S
+TI46

OCT 3 0 1964

Geological Survey
The Library
Ottawa, Ont.

OCTOBRE 1964
VOLUME 50 — No 201

L'INGÉNIEUR

REVUE PROFESSIONNELLE D'INFORMATION

Au Centre de Réhabilitation de Montréal (111 lits) c'est un Moteur Cat D330, entraînant un générateur de 75 kw, qui, en cas de panne du secteur, fournit l'électricité nécessaire pour l'éclairage du Centre et le fonctionnement de trois ascenseurs et du groupe de chauffage, y compris deux pompes à mazout.

Ici, une sûreté de marche maxima est indispensable... C'est un Moteur Caterpillar qui est choisi.

Caterpillar offre la gamme de groupes électrogènes de secours, diesel ou à gaz naturel, la plus moderne et la plus complète; les puissances vont de 30 kw à 600 kw (50 ou 60 périodes). Les groupes électrogènes Cat sont choisis par les utilisateurs les plus exigeants. Voici pourquoi:

Conception homogène: Un groupe électrogène Cat constitue une unité d'une qualité impeccable, d'une conception et d'une réalisation homogènes. Pour toute question d'après-vente, il n'y a qu'un seul responsable.

Économie: Les diesels Cat, à quatre temps, d'un rendement élevé, possèdent le système d'injection le plus sûr qui soit.

Faible encombrement: Les Moteurs Cat, à turbo-compresseur et à réfrigérant d'admission, et les alternateurs Cat à régulation et excitation statiques constituent des ensembles compacts, faciles à installer dans toutes sortes d'immeubles.

Adaptabilité: Pour certaines applications spéciales, les Moteurs Cat s'adaptent facilement à la plupart des générateurs offerts dans le commerce.

Fonctionnement doux: Quel que soit le type d'installation prévu, la réduction des vibrations et des bruits présente toujours des avantages.

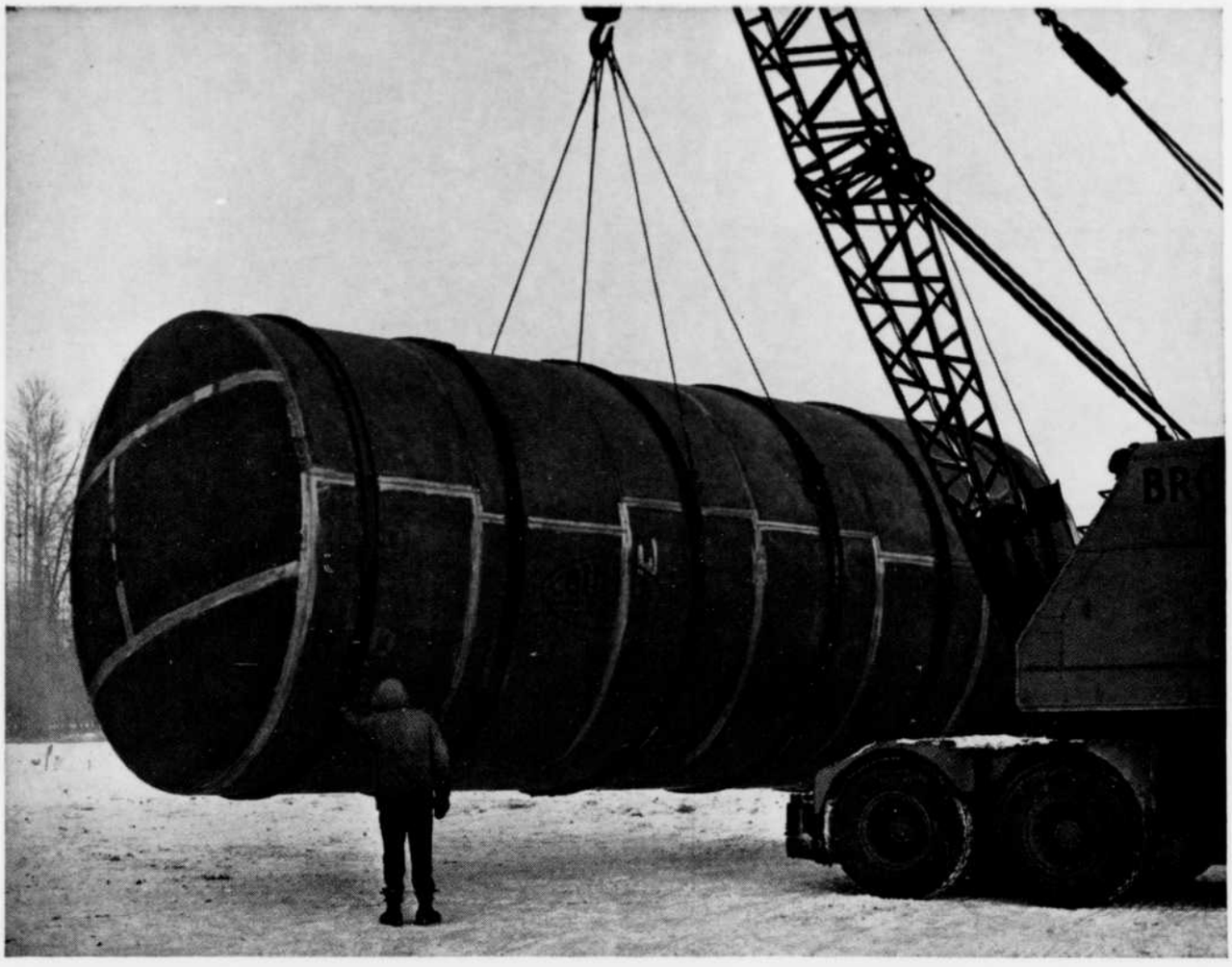
Haute qualité des mécanismes: Cette qualité sans rivale résulte de plus de 30 ans d'expérience dans la fabrication des diesels.

Service Après-Vente impeccable: Le réseau des concessionnaires Cat, qui s'étend d'un océan à l'autre, assure partout un après-vente de premier ordre et la livraison rapide des pièces de rechange.

Consultez l'annuaire du téléphone, vous y trouverez le nom de votre concessionnaire Caterpillar.

CATERPILLAR

Caterpillar et Cat sont des marques déposées de la Caterpillar Tractor Co.



la versatilité est le propre du CUIVRE ANACONDA

Cette bouilloire de 25,000 gallons est le plus grand réservoir de cuivre qui ait jamais été fabriqué et expédié en une seule pièce par Coulter Copper & Brass Limited. Il mesure 12½ pieds de diamètre sur 33 pieds de longueur et pèse 15 tonnes. Il a été fabriqué pour Seagram Distillery de La Salle, Qué. On croit que c'est la première fois que le procédé de soudage métallique sous gaz inerte (méthode décrite plus loin) a été utilisé sur un si gros réservoir.

Le cuivre Anaconda est grandement employé dans les installations de distillerie et de brasserie parce qu'aucun autre métal n'offre l'ensemble unique des caractéristiques du cuivre: résistance à la corrosion, haute conductibilité calorique et électrique, facilité de façonnage et d'assemblage.

La Sté Anaconda produit plusieurs métaux cuprifères. Parmi eux, il y en a probablement un qui possède les propriétés mécaniques et physiques que vous recherchez. Si notre Service Technique peut vous aider, n'hésitez pas à écrire à Anaconda American Brass Limited, New Toronto (Toronto 14), Ontario. Bureaux de ventes: Québec, Montréal, Winnipeg, Calgary, Vancouver.

Procédé de soudage métallique sous gaz inerte
L'arc passe de l'électrode, qui se fond dans le bain de soudure, au métal de base. La surface est entièrement protégée par le gaz qui empêche l'oxydation et améliore le joint. Une fine broche de soudure, alimentée à grande vitesse, concentre le jet de métal de soudure et permet un dépôt rapide. Le métal de base est haussé à la température de soudage puis abaissé si rapidement que le recuit est minimisé.

ANACONDA

C-6419F

L'INGÉNIEUR

REVUE PROFESSIONNELLE D'INFORMATION

SOMMAIRE

OCTOBRE 1964
Vol. 50 – No 201

ARTICLES TECHNIQUES

L'INDUSTRIE DU MINERAI DE FER AU CANADA
par *Jean-Paul Drolet* 38

LE CHEMINEMENT CRITIQUE
par *Jean-Réal LaHaye* 51

LABORATOIRE DE PHYSIQUE NUCLÉAIRE À L'UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL
par *Roch D. DesRochers* 58

EFFET COURONNE SUR LIGNES À TRÈS HAUTE TENSION
par *L. Boulet, L. Cahill* et *B. J. Jakubczyk* 65

PONT DE VAL MORIN EN BÉTON PRÉCONTRAINT
par *Georges Mahieu* 73

RUBRIQUES

TOUR D'HORIZON 14

SCIENCE—PROGRÈS 26

COUP D'OEIL SUR LA TECHNOLOGIE 34

ÉCHOS DE L'INDUSTRIE 82

CARNET DES INGÉNIEURS 86

BIBLIOGRAPHIE 92

AGENDA 96

INDEX DES ANNONCEURS 100

EDITEURS : L'Association des Diplômés de Polytechnique, en collaboration avec l'Ecole Polytechnique de Montréal, la Faculté des Sciences de l'Université Laval et la Faculté des Sciences de l'Université de Sherbrooke, C.P. 501, Snowdon, Montréal 29, Canada. Tél. RE. 9-2451. Parution : février, avril, juin, août, octobre et décembre. — Imprimeur : Pierre Des Marais. — Abonnements : Canada et Etats-Unis $5 par année, autres pays $6. — Le Ministère des Postes, à Ottawa, a autorisé l'affranchissement en numéraire et l'envoi comme objet de la deuxième classe de la présente publication.

DROITS D'AUTEURS : les auteurs des articles publiés dans L'INGENIEUR conservent l'entière responsabilité des théories ou des opinions émises par eux. Reproduction permise, avec mention de source; on voudra bien cependant faire tenir à la Rédaction un exemplaire de la publication dans laquelle paraîtront ces articles. — L'Engineering Index et Chemical Abstracts signalent les articles publiés dans L'INGENIEUR.

Tirage certifié : membre de la Canadian Circulation Audit Board CCAB

ADMINISTRATION

2500, avenue Marie-Guyard, Montréal 26
Tél. RE. 9-2451 - Poste 274

Ernest Lavigne ..... secrétaire délégué

René Soulard ..... administrateur

Léo Gareau ..... trésorier

RÉDACTION

Louis Trudel ..... rédacteur en chef

PHOTO DE COUVERTURE

Quebec Cartier Mining Company. — Vue générale du concentrateur et de la mine près du lac Jeannine, à 200 milles au nord-ouest de Port-Cartier, où les concentrés sont expédiés par chemin de fer. Le concentrateur peut traiter 60,000 tonnes de minerai et produire 25,000 tonnes de concentrés par jour.

Terre des hommes

« La grandeur d'un métier est peut-être, avant tout, d'unir des hommes. » Lorsqu'il écrivait cette pensée, Antoine de Saint-Exupéry caractérisait ainsi de façon dramatique le rôle des pilotes de lignes aériennes, dont il était lui-même, à l'ère héroïque des débuts de l'aviation commerciale.

La Compagnie canadienne de l'Exposition universelle de 1967, qui a choisi comme thème le titre du livre d'où est extraite la citation du début, pourrait utiliser cette dernière comme slogan du concours auquel elle convie les ingénieurs canadiens. Ceux-ci ont été invités individuellement à soumettre des projets de ponts qui relieront les rives des canaux prévus sur le site de l'exposition universelle.

La date limite pour soumettre des projets a été fixée au 21 décembre. Les ingénieurs intéressés ont reçu, au moment de leur inscription, les détails et les conditions du concours. Le premier prix est de $5,000, le deuxième de $3,000, le troisième de $1,000; il y aura trois mentions qui vaudront chacune $500 au gagnant. A ces montants pourront s'ajouter les honoraires professionnels dans le cas où des projets auront été choisis pour mettre à exécution.

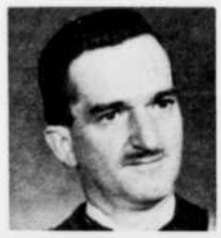
Le jury, présidé par Monsieur Hector Cimon, de Québec, comprend le professeur J.J. Meyerhof du Nova Scotia Technical College d'Halifax, M. Paul Brault de Dominion Bridge Co. de Montréal, Mr. Bruce Davis du Ministère de la Voirie d'Ontario et Mr. H. J. Barratt, ingénieur-conseil de Vancouver. MM. Gilles Sarault, ingénieur en chef, et Edouard Fiset, architecte en chef de l'Expo sont aviseurs techniques auprès du jury.

Expo '67 sera, pour une large part, l'oeuvre des ingénieurs qui, luttant contre la marche inexorable du temps et la force des éléments, ont su déjà créer au beau milieu du grand fleuve, un site exceptionnel qui nous permettra d'offrir un spectacle inoubliable à nos visiteurs de 1967.

Pouvons-nous espérer que, suivant en celà l'exemple des nombreux ingénieurs canadiens-français qui oeuvrent déjà au sein de la Compagnie de l'Expo, un grand nombre de nos lecteurs participeront au concours des projets de ponts qui littéralement serviront à « unir des hommes » ?

Le rédacteur

Nos Collaborateurs



Monsieur LIONEL BOULET est, depuis 1954, directeur du département de génie électrique de l'Université Laval de Québec, où il est également professeur. Diplômé en génie électrique de cette université en 1944, il fit un stage de deux ans dans la recherche à l'Université de l'Illinois où il obtint une maîtrise en sciences en 1947. De retour à Laval comme professeur auxiliaire en 1948, il devint successivement professeur agrégé et professeur titulaire avant d'être nommé au poste qu'il occupe présentement. Il a fait des travaux de recherches dans l'industrie et, pendant trois ans (1950-53), il fut conseiller en recherches auprès du Ministère de la Défense Nationale.

Monsieur LIONEL CAHILL était nommé, il y a quelques mois, ingénieur-en-chef adjoint, Postes et Centrales, service des Projets techniques à l'Hydro-Québec. Diplômé en génie electrique de l'Université Laval de Québec en 1947, il entrait alors à l'Hydro où il occupa plusieurs postes aux services du Génie et de l'Exploitation. De 1956 à 1962 il fut ingénieur surintendant du district de Québec. En 1962 il devint adjoint de l'ingénieur en chef du service des Projets techniques. En 1952 et 1953 il était chargé du cours de Transport d'Energie à l'Ecole Polytechnique de Montréal.

Monsieur ROCH D. DES ROCHERS est ingénieur au Département de Physique de l'Université de Montréal. En collaboration avec des professeurs, il a préparé les plans préliminaires du Laboratoire de Physique Nucléaire, et prépare présentement les plans pour l'installation des accélérateurs, qui seront en exploitation en 1966. Né à Sherbrooke en 1934, il obtint un B. Eng. en génie physique de l'Université McGill en 1958. Jusqu'en 1963, il était à l'emploi de RCA à Lancaster, Pennsylvanie, dans un laboratoire de recherche appliquée pour la mise au point de tubes intensificateurs d'images.

Monsieur JEAN-PAUL DROLET est sous-ministre adjoint (Mines) au Ministère des Mines et des Relevés techniques d'Ottawa. Il est diplômé en génie minier de Laval et détient une maîtrise en sciences minérales de l'Université Columbia de New-York. Il passa quelque temps au Ministère des Mines du Québec et, en 1956, entrait à Québec Cartier Mining Co. Il devint, en 1958, adjoint au président et administrateur de la compagnie. En 1963 il accédait au poste de sous-ministre-adjoint (Recherches) du Ministère des Mines d'Ottawa et en avril 1964 il était nommé à son poste actuel. Il est délégué du Canada aux négociations tarifaires de Genève.

Monsieur JEAN B. JAKUBCZYK est professeur à l'Université Laval. Il a obtenu ses diplômes d'ingénieur et maître-ès-sciences en 1952 et le doctorat en 1960. En 1949, il est entré à l'Institut d'Electricité de Pologne où, jusqu'à son arrivée au Québec en 1961, il a fait de nombreuses recherches et études sur l'énergétique et les appareillages électriques. Il a été attaché aussi à l'Académie des Sciences de Pologne et à l'Ecole Polytechnique de Varsovie. En raison de son expérience et de plusieurs publications et ouvrages techniques, il a été invité au Canada par le Conseil National des Recherches.

Monsieur JEAN-REAL LA HAYE qui, dans le numéro d'août traitait d'une façon générale des nouvelles techniques de l'organisation, étudie ici en détail la méthode du cheminement critique. Diplômé de l'Université Laval de Québec, M. La Haye est à l'emploi du Ministère de la Voirie du Québec où il est affecté spécialement à l'implantation de la technique du cheminement critique dans les programmes du Ministère.

Monsieur GEORGES MAHIEU reçut en 1944 son diplôme d'ingénieur en Belgique. Il fut pendant six ans à l'emploi de la Société Electrorail de Bruxelles, où il dirigea l'étude et la construction de centrales thermoélectriques en Belgique et en France. Pendant 10 ans il a été au service de B & H Metal Industries Co. Ltd. à Montréal en qualité d'assistant ingénieur en chef. Il passa ensuite au service de Henry J. Kaiser Company (Canada) à titre de "project engineer". Depuis 1962 il est associé dans la direction de l'étude d'ingénieurs-conseils Régis Trudeau & Associés à Montréal.

La loi de l'offre à la demande

L'interprétation de l'Hydro-Québec se résume en deux mots : de l'avant. La preuve : Carillon et Manic 2. En 1964, Carillon ajoutera 2,500 millions de KWH par année aux ressources électriques qu'exige la consommation familiale, agricole et industrielle du Québec. A la fin de 1965, Manicouagan produira avec 680,000 C.V. Voilà une réserve de progrès. Les génératrices de Carillon sont entraînées par 14 turbines automatiques Kaplan de 60,000 C.V. chacune. Manic 2 sera équipée de huit turbines Francis de 170,000 C.V. chacune. Total remarquable de 2.2 millions de C.V. dont disposera l'Hydro-Québec. Les turbines hydrauliques qui produiront cette puissance ont été conçues, mises au point, construites et installées par Dominion Engineering.

Équipement hydroélectrique

DOMINION ENGINEERING

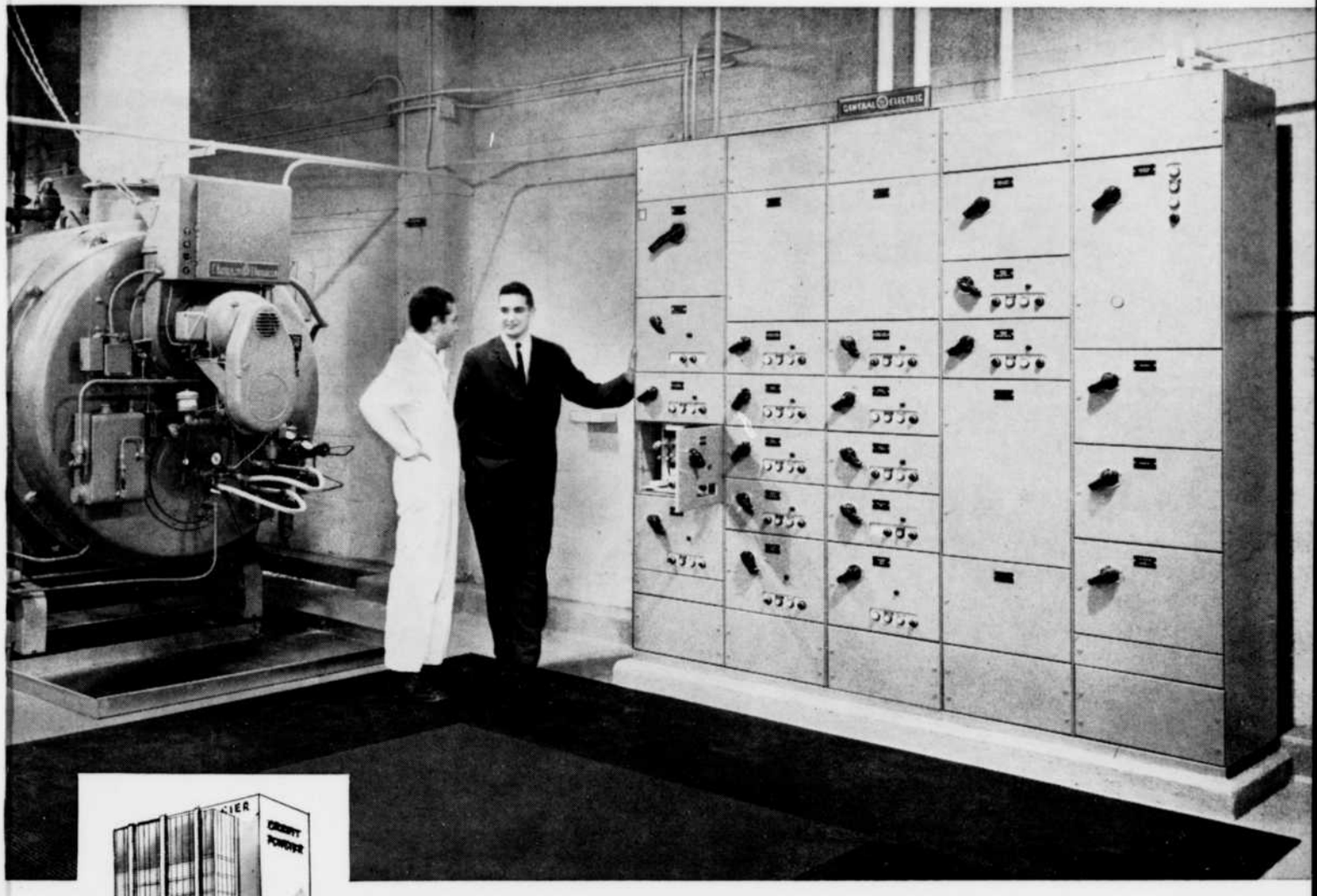
Works Limited

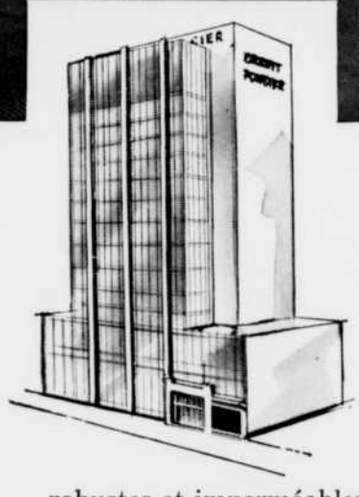
MONTRÉAL

Toronto Vancouver

LES BLOCS CGE DE COMMANDE DES MOTEURS

simplifient l'entretien des installations électriques **dans l'immeuble du CRÉDIT FONCIER**





Voici l'un des nombreux blocs CGE de commande des moteurs installés récemment dans l'immeuble du Crédit Foncier, à Montréal, pour la régulation des systèmes de chauffage et de climatisation, des ascenseurs et des compresseurs.

Cet équipement réduira de façon très marquée l'entretien ainsi que les arrêts. Tous les contacteurs, par exemple, sont de la série "100" avec action positive horizontale, à glissement brusque, et sont peu encombrants. Les contacts sont faciles à atteindre et la vérification est si simple qu'elle n'exige aucun outil. Les relais de surcharge sont réglables tandis que tous les boutons-poussoirs et les lampes témoins sont du type ultra-robustes et imperméables à l'huile. Autre caractéristique importante: tous les contacteurs de ces blocs de commande sont munis de solides bobines montées dans des boîtiers, ce qui, à toutes fins pratiques, élimine le remplacement des bobines.

Voilà le genre de qualité par la recherche technique grâce à laquelle tous les produits CGE présentent des *avantages véritables.*

AAD9204-4201F

Pour tous renseignements sur les blocs CGE de commande des moteurs, prière de s'adresser au bureau de vente le plus proche ou de demander le bulletin 3502A, à: Service de l'appareillage, Canadian General Electric, Peterborough, Ontario.

CANADIAN GENERAL ELECTRIC

L'UBIQUITÉ VOUS EST MAINTENANT POSSIBLE

En notre ère de spécialisation et de perfectionnement original des cables, l'ingénieur conseil ou l'architecte a presque besoin d'yeux dans le dos pour arriver. Soit cela ou des rapports de travail intimes avec quelqu'un qui consacre *tout* son temps à ce domaine.

Ceci est possible—sans qu'il vous en coûte un sou—grâce à Canada Wire. Le saviez-vous?

Il vous suffit d'un coup de téléphone—de n'importe où—pour vous assurer de l'assistance experte et créatrice d'un ingénieur de Canada Wire. Aucune obligation.

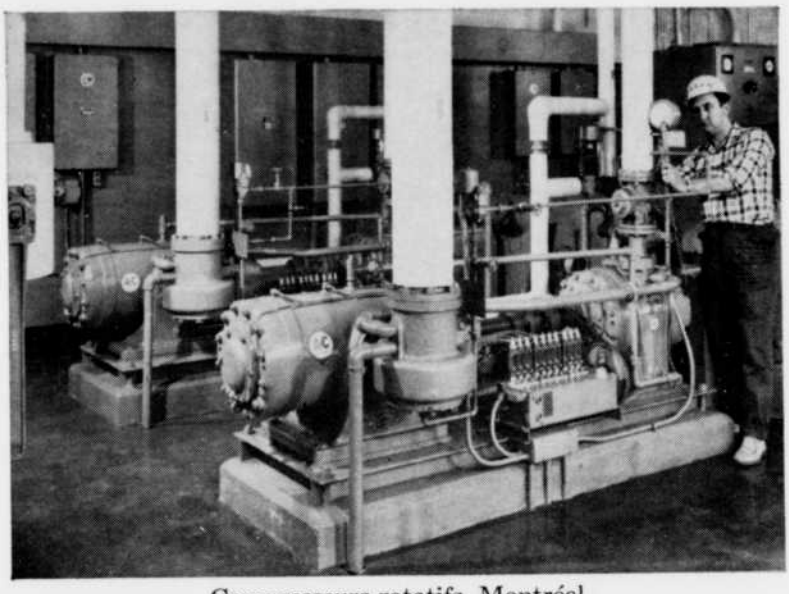
CANADA WIRE

CANADA WIRE AND CABLE COMPANY LIMITED

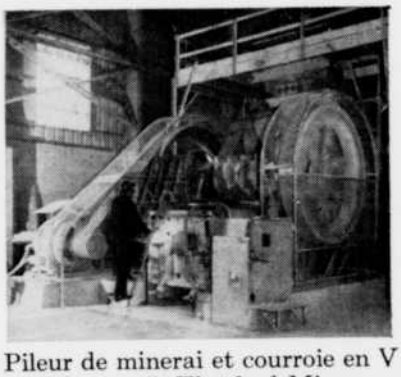
75 ouest boulevard Dorchester, Montréal, P.Q. O. W. Francoeur, Directeur des Ventes, Région de l'Est

L'essor industriel au Québec:

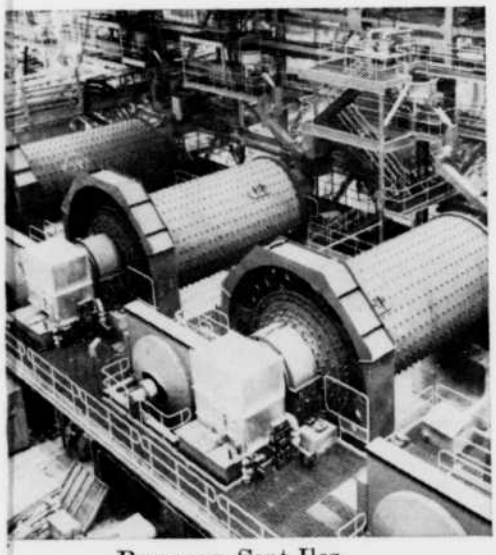
un but auquel nous contribuons par tous nos efforts



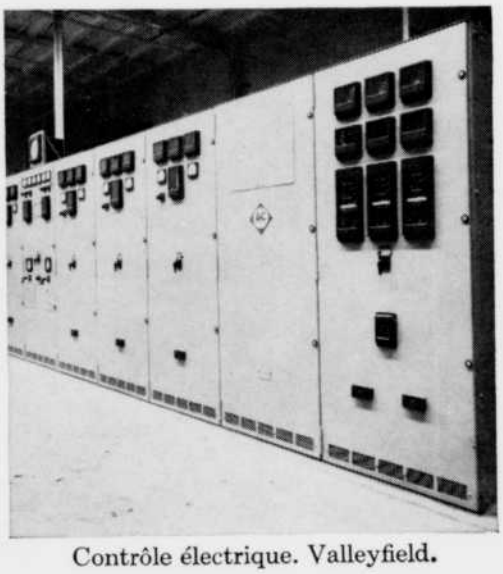
Compresseurs rotatifs. Montréal.



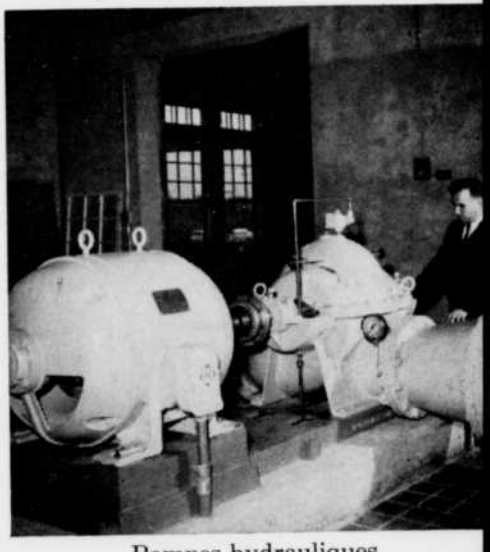
Pileur de minerai et courroie en V "Texrope". Thetford Mines.



Broyeurs. Sept-Iles.



Contrôle électrique. Valleyfield.



Pompes hydrauliques municipales. St-Jean.

La marque de confiance...

CANADIAN

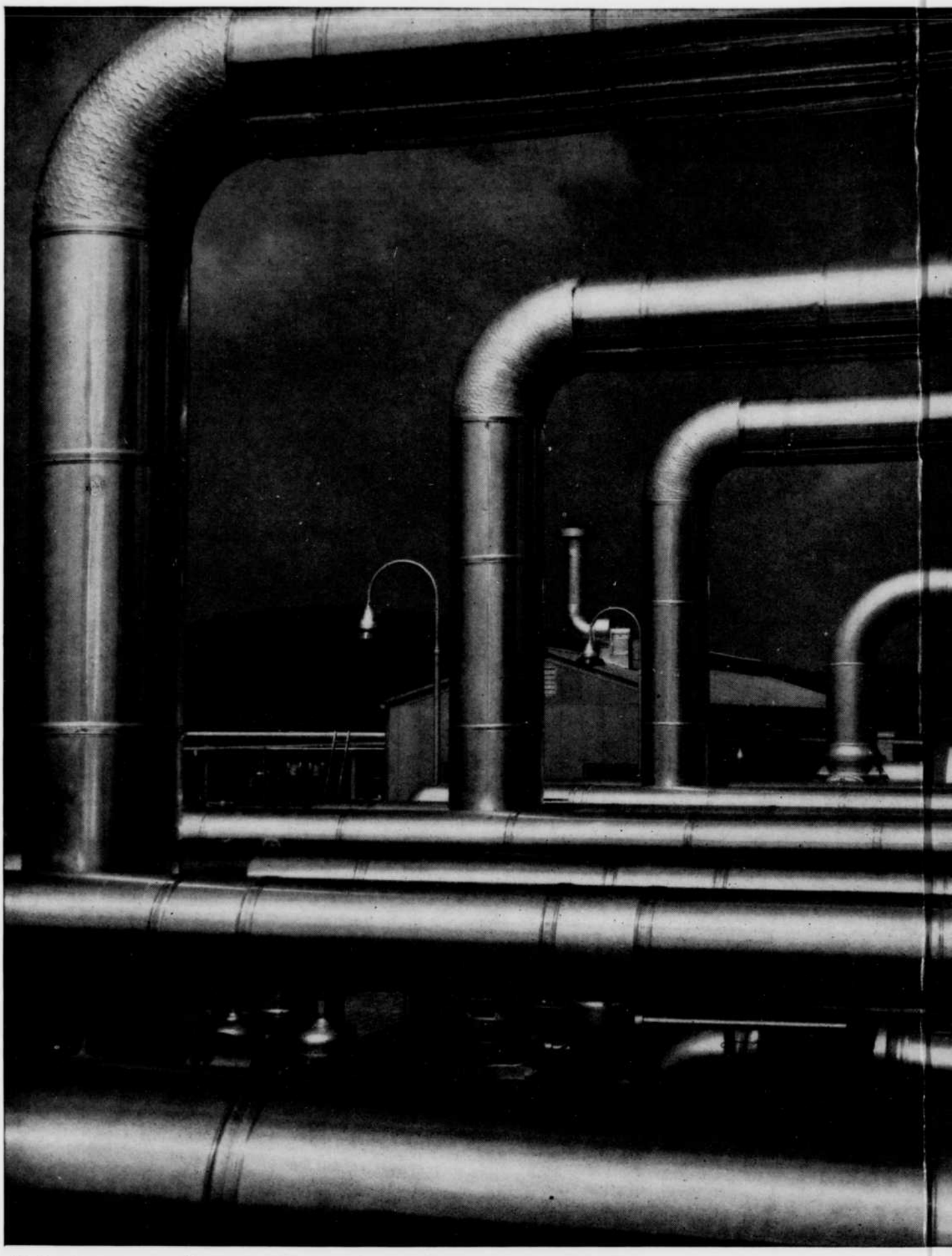
ALLIS-CHALMERS

C. P. 37, Montréal, Canada

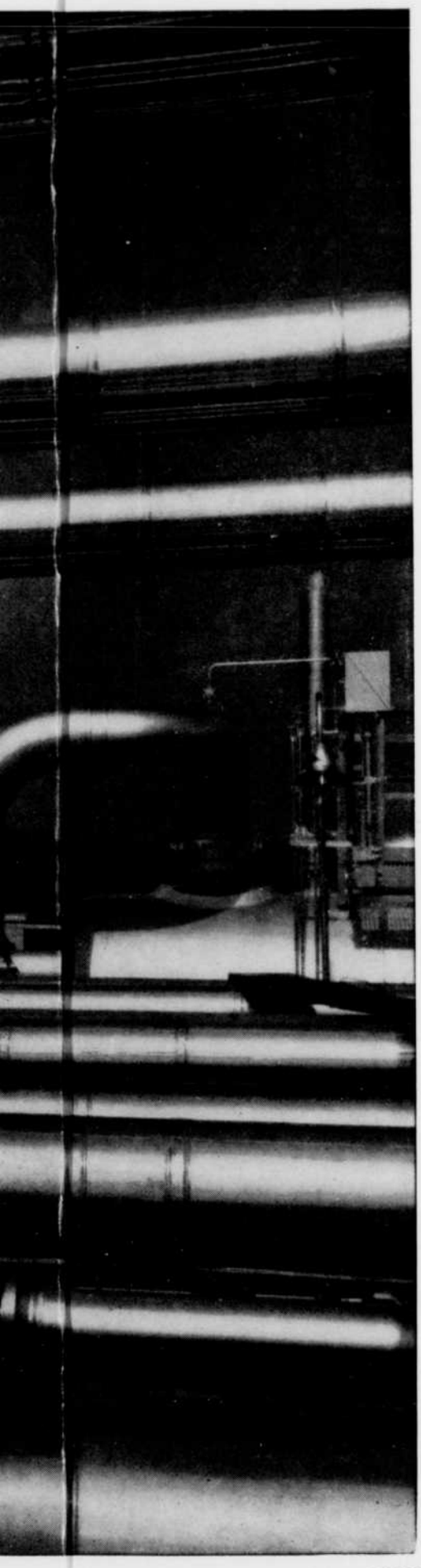
Accouplements • Courroies en "V" • Concasseurs • Compresseurs
Tamis vibrateurs • Turbines • Contrôle électrique • Vannes • Pompes
Fours rotatifs.

A-C ALLIS-CHALMERS

64CF4



Station de compresseurs de gaz naturel.



16050F

la pose la plus rapide,

la meilleure efficacité . . .

avec

METAL-ON de J-M

l'isolant à enveloppe métallique protectrice pour conduites à haute température

Metal-On constitue un ensemble prêt à poser (un isolant *plus* une enveloppe métallique) qui supprime entièrement le besoin d'application séparée de l'enveloppe métallique sur le chantier.

Metal-On est préfabriqué en usine, en longueurs de 36 pouces. Chaque section comprend l'isolant Thermobestos J-M pour hautes températures (le meilleur de tous les isolants au silicate de calcium pour températures inférieures ou égales à 1200°F), une protection contre l'humidité et une enveloppe spéciale en alliage d'aluminium. Et comme chaque section peut être appliquée en une seule opération, on peut poser Metal-On aussi vite que l'isolant seul. Metal-On est également facile à couper sur place avec une scie électrique portative ou une scie ordinaire. Les découpures pour brides et supports sont faciles à réaliser.

Les économies d'entretien obtenues peuvent être également très importantes. Metal-On ne se corrode pas, n'a pas besoin de peinture. L'enveloppe résistante a un dispositif de fermeture qui se serre instantanément et rend les joints étanches, assure une isolation permanente contre les intempéries et l'humidité. Chaque section peut être facilement enlevée pour remédier à toute défectuosité.

S'il vous faut un matériau d'isolation très solide pour l'extérieur, vous avez avantage à vous renseigner sur le Metal-On de J-M. Il vous suffit d'écrire à Canadian Johns-Manville, Dép. IA, 565 Lakeshore Road E., Port Credit (Ontario).

METAL-ON
SE POSE EN QUELQUES MINUTES!

JOHNS-MANVILLE

ISOLANT POUR TOUS USAGES INDUSTRIELS ET COMMERCIAUX

PRODUITS JM JOHNS-MANVILLE

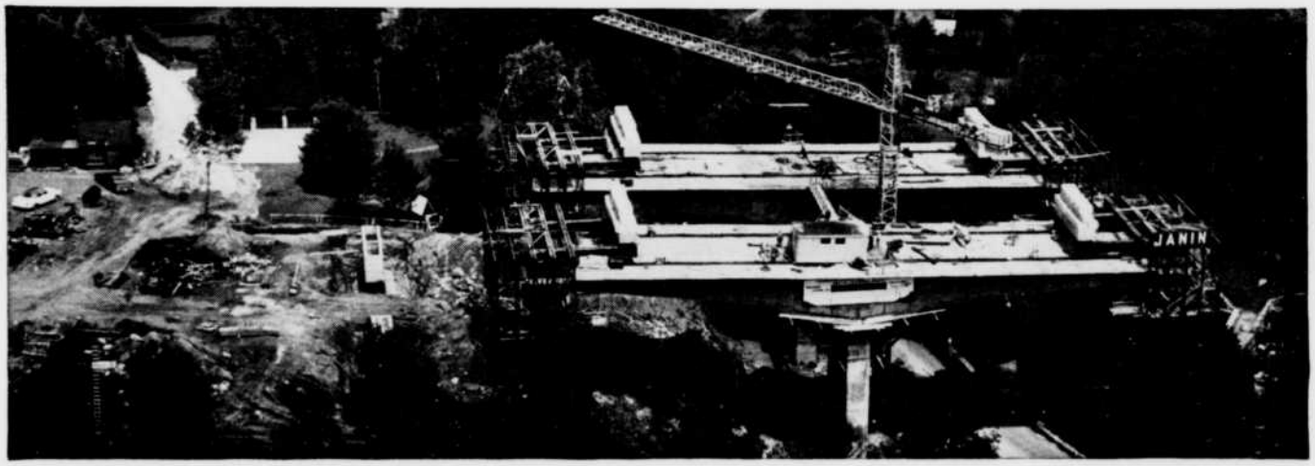
POUR LES ROUTES DE L'AVENIR, LE QUÉBEC EMPLOIE

LE BÉTON

Ce tronçon de la route Trans-Canada, actuellement en construction près de Montréal, s'inscrit dans le vaste programme de construction routière entrepris par la Province de Québec; le revêtement est en béton fait de ciment "Canada". Le béton dure longtemps et exige très peu d'entretien. Pour le contribuable, il représente une épargne substantielle.

Il est officiellement reconnu que les routes de béton résistent, sans grand entretien, à la circulation la plus intense; leur surface de roulement demeure toujours la même, ce qui augmente la sécurité routière et le plaisir de conduire.

Ce pont à double travée en encorbellement, fait de béton précontraint, est le premier de ce genre en Amérique du Nord. Long de 590 pieds, il traverse, près de Sainte-Adèle, la rivière aux Mulets qu'il domine de 85 pieds. Cet ouvrage important, construit lui aussi avec du ciment "Canada", vient s'insérer dans le prolongement de l'autoroute des Laurentides.



(En haut) *Propriétaire:* Ministère de la voirie de la province de Québec. *Ministre:* L'hon. Bernard Pinard. *Sous-ministre:* M. Roger-J. Labrecque. *Ingénieur en chef:* M. Arthur Branchaud. *Entrepreneurs généraux:* Beaudry Ltée. *Fournisseurs du béton:* O. Beaudry & Fils.

(En bas) *Propriétaire:* Office des autoroutes du Québec. *Président:* M. Guy Poliquin. *Ingénieur en chef:* M. Roger Trudeau. *Entrepreneurs généraux:* Janin Construction Limited. *Plans:* Régis Trudeau, ingénieur-conseil. *Fournisseurs du béton:* Mount Royal Paving & Supplies Limited.

Assistance technique et documentation sur demande dans tous les bureaux de vente

CIMENT CANADA

Canada Cement COMPANY, LIMITED

IMMEUBLE CANADA CEMENT, PLACE PHILLIPS, MONTRÉAL

Bureaux de vente: Moncton, Québec, Montréal, Ottawa, Toronto, Winnipeg, Regina, Saskatoon, Calgary, Edmonton

MEMBRE ASSOCIATION CANADIENNE DES BONNES ROUTES

Nouvelle machine à développer RECORDAK PROSTAR

Réduit à quelques minutes le temps de développement des microfilms

Lisez comment la nouvelle et pratique machine à développer PROSTAR vous permet de développer les microfilms dans votre bureau—plus économiquement.

N'importe qui peut utiliser la Prostar . . . c'est un appareil entièrement automatique à auto enroulement. L'usage de la chambre noire n'est pas nécessaire . . . le chargement s'effectue à la lumière du jour. Pas de produits chimiques à mélanger . . . Recordak les fournit dans des contenants non récupérables.

La durée du développement? Votre film de 16 mm ou de 35 mm sortira de la machine développé, séché et prêt pour la projection, 1¾ minutes seulement après son entrée dans l'appareil. Et le développement des films de 2 à 100 pieds s'effectue d'une manière continue à la vitesse de 5 pieds par minute.

Vous pouvez MAINTENANT profiter des avantages de la vitesse, de la sécurité et de l'économie pour le développement complet des films. Placez la nouvelle machine à développer Prostar sur son support, branchez-la à une source d'eau et vous avez la machine la plus pratique du monde pour le développement des microfilms.

La machine à développer Prostar répond aux normes de la qualité les plus strictes ainsi qu'aux spécifications du gouvernement canadien pour la conservation des archives. La machine Prostar, à la fois pratique facile à utiliser et économique vous viendra en aide dans vos opérations de microfilmage. Communiquez avec votre représentant Recordak.

RECORDAK of Canada Ltd., L-10-64
4988 Place de la Savane, Montréal, P.Q.
Veuillez m'envoyer des détails sur la machine à développer Recordak Prostar

Nom_____
Compagnie_____
Adresse_____
Ville_____ Prov._____

RECORDAK®
of Canada Ltd.
(Filiale de Eastman Kodak Company)
Halifax • Québec • Montréal • Ottawa
Toronto • Hamilton • London • Sudbury
Winnipeg • Regina • Edmonton • Vancouver

Bureaux de vente et d'entretien! Consultez les *pages jaunes* de l'annuaire à l'article "MICROFILMS" pour obtenir le numéro de téléphone et l'adresse

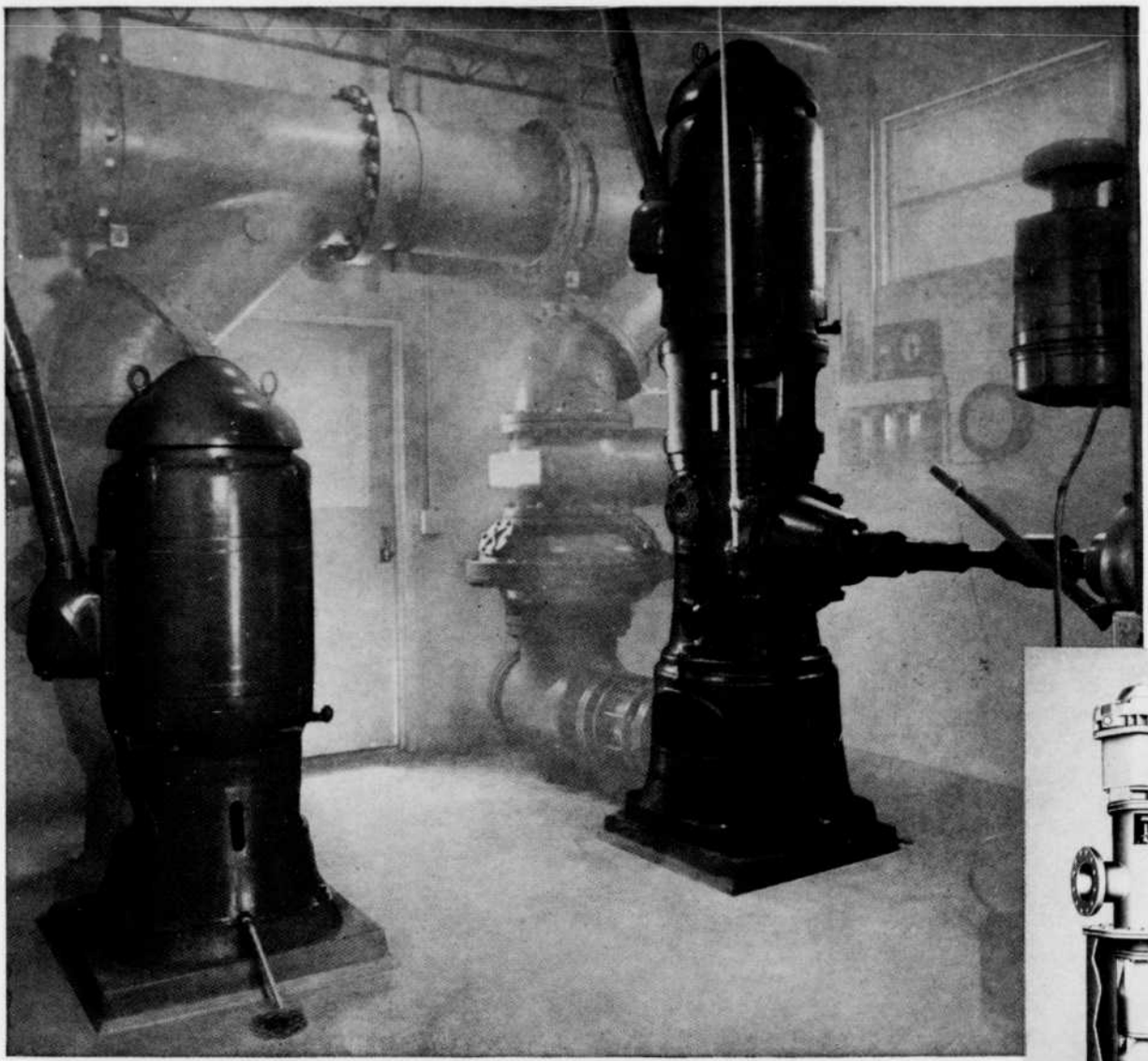
à sept ans, c'est l'interurbain à sa plus simple expression

Deux boîtes de fer-blanc, une longueur de corde et voilà un système de communication passionnant, pour les enfants, bien entendu! Mais en téléphonie, cette "corde" prend la forme d'un câble autrement complexe. Etant donné que les Canadiens font un plus grand usage du téléphone que tout autre peuple du monde, la Northern doit répondre à la demande grandissante. C'est pourquoi elle perfectionne continuellement ses câbles. Ainsi, l'un de ses câbles de trois pouces de diamètre permet d'acheminer *en même temps* pas moins de 3,000 conversations. Sous tous les climats, les câbles de la Northern Electric offrent le service le plus sûr. Cette vaste entreprise canadienne fabrique toutes sortes de câbles téléphoniques...et en garde un grand nombre en réserve pour les cas d'urgence et les besoins de tous les jours. Ces câbles de la Northern sont prêts à être livrés aux compagnies de téléphone et de télécommunications qui desservent votre région et cela, naturellement, n'exige qu'un "coup de fil".

LA COMPAGNIE
Northern Electric LIMITÉE

6064-6F

Une entreprise entièrement canadienne comptant plus de 17,000 employés



Cette pompe à turbine verticale DEMING ne craint pas les pannes de courant

Une pompe à turbine verticale Deming, à entraînement combiné, (à droite ci-dessus), garantit une source d'eau continue aux abonnés de ce service d'aqueduc municipal, même s'il survient une panne de courant. En cas d'urgence, un moteur à essence se met automatiquement et immédiatement en marche, en actionnant la même pompe par l'intermédiaire d'un entraînement intégral coudé à 90°.

Cet entraînement n'est qu'un exemple des nombreux entraînements offerts par Deming, vous permettant d'employer la force motrice la plus économique pour chaque utilisation. D'autres entraînements comprennent le moteur électrique standard (à gauche), les réducteurs à engrenages et les courroies. La même pompe peut également être obtenue pour l'utilisation sur les conduits (petite photo), comme pompe de renfort de pipeline.

Qu'importe l'entraînement, chaque pompe à turbine verticale Deming offre les mêmes avantages de grand rendement. Les turbines sont en bronze massif, de surface extrêmement lisse, réduisant le frottement. Le réglage axial s'effectue facilement par un écrou situé au sommet, lequel permet de modifier le jeu de la pompe à turbine, afin de compenser l'usure et régulariser le débit. L'alignement de l'arbre d'entraînement et des bols individuels de la pompe est maintenu par des coussinets de caoutchouc Cutless, lubrifiés par eau, n'exigeant aucun entretien. Fabriqué en alliage d'acier de grande résistance, l'arbre possède, en moyenne, ⅓ de résistance de plus que les arbres conventionnels.

Ces pompes à turbine verticales Deming si pratiques peuvent être obtenues avec des bols de 4″ à 16″, ayant des capacités allant jusqu'à plus de 3500 gal./hre. Pour l'obtention de tous détails, demandez le bulletin 4700-A. Ecrivez à: Southern-Deming Division, Crane Canada Limited, 1355 Martingrove Rd., Rexdale, Ont.

CRANE

GROUPE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES

POMPES • TRAITEMENT DE L'EAU • CONTRÔLES ÉLECTRONIQUES • VANNES • TUYAUX SPÉCIAUX

Techniques d'enseignement à de grands groupes

Le 26 mai dernier, un colloque organisé par le Comité des Techniques de l'Enseignement de l'Association des Professeurs de l'Ecole Polytechnique sur les techniques d'enseignement à de grands groupes, avait lieu dans l'amphithéâtre de l'Ecole Polytechnique.

Des professeurs des universités Laval, McGill, de Montréal et de Sherbrooke, du Collège Militaire Royal de Saint-Jean, de l'Institut de Technologie Laval, de la Commission des Ecoles Catholiques de Montréal, ainsi que de l'Ecole Polytechnique, assistèrent au colloque. Les professeurs J.-L. Corneille et G. Girard, de l'Ecole Polytechnique, agirent comme modérateurs. Mgr Alphonse-Marie Parent, l'invité d'honneur, exposa un intéressant sujet lors du déjeuner-causerie. Le texte paraîtra dans le numéro de décembre de l'Ingénieur.

Le professeur Hall fit la synthèse des discussions. Il souligna l'importance de bien étudier le pour et le contre d'une technique afin d'éviter l'investissement de sommes considérables de temps et d'argent et constater, par la suite, que la technique ne rend pas le service prévu. Pour être valable, une nouvelle technique doit contribuer à la formation d'individus équilibrés. On doit essayer de juger un élève non seulement d'après ses succès académiques mais aussi d'après sa personnalité. Le professeur Hall suggéra la tenue d'un autre colloque pour discuter des développements dans l'utilisation de ces techniques.

Plusieurs participants avaient exprimé le désir d'obtenir un compte rendu des séances. Les pages qui suivent, à leur intention, intéresseront certainement toute personne préoccupée par les problèmes d'enseignement à de grands groupes.

Télévision en circuit fermé

Le professeur J. S. Marshall ,en charge du département de météorologie et professeur de physique à l'Université McGill, insista au début de sa conférence sur la nécessité de rendre l'équipement nécessaire disponible au professeur. Si celui-ci doit consacrer une bonne partie de son temps à mettre l'équipement en place, il ne sera pas porté à s'en servir.

D'après les rapports d'expériences faites à des endroits autres que McGill, il n'existe pas de différence appréciable entre les résultats d'examens des élèves ayant suivi un cours avec le professeur devant eux et ceux ayant suivi le même cours à la télévision. La télévision en circuit fermé est utilisée à McGill depuis deux ans. Les étudiants, libres de choisir leur salle de cours, ont préféré dans la proportion de 7 à 1, la salle où le cours était donné à la télévision.

Le professeur donne son cours dans une salle devant environ 175 étudiants. Une caméra suit le professeur et "voit" une partie du tableau. L'image est projetée, agrandie jusqu'à deux fois, sur un écran spécial placé dans une autre salle; l'agrandissement est utile par suite de la meilleure visibilité. La télévision permet d'obtenir un meilleur contraste entre le tableau et ce qui y est écrit. Le fait que l'étudiant ne voit qu'une partie du tableau à la fois l'empêche de copier ce qui est écrit sur le reste pendant que le professeur continue son explication; ceci oblige l'élève à être constamment attentif. Si la présence sur l'écran d'une seule section du tableau nuit à la présentation, on projette des diapositives appropriées sur un écran placé au-dessous du premier.

Le professeur André Hone, chef du département de métallurgie à l'Ecole Polytechnique, démontra la valeur de la télévision pour l'observation simultanée par tous les assistants, de l'image fournie par un microscope. Grâce à la caméra placée à l'oculaire, le professeur peut déplacer l'objet examiné et faire ressortir à tous les élèves en même temps, les particularités à différents endroits. Une caméra fixe peut être utilisée pour expliquer des diagrammes, des graphiques, dans plusieurs salles à la fois.

La télévision augmente la valeur pédagogique d'une démonstration. Avec une lentille zoom, la dimension de l'image peut être variée de cinq fois moins grande à cinq fois plus grande que la dimension de l'objet. De cette façon, on peut faire ressortir certains détails, permettre la lecture d'appareils par plusieurs étudiants en même temps. La télévision permet d'expérimenter en laboratoire et de projeter l'image de cette expérience dans plusieurs salles. Si on prévoit qu'une démonstration pourra être utilisée pour quelques années, on peut consacrer un temps assez long à la parfaire et ensuite l'enregistrer sur bande magnétoscopique. L'enregistrement sur bande permet aussi de répéter des cours à volonté sans accabler le professeur. Le docteur Hone utilise la télévision à l'Ecole Polytechnique depuis six ans; il a l'intention de développer le système actuel lorsque le coût de la télévision en couleurs sera abordable.

Projecteur à rebours

Le professeur Claude De Guise, professeur de géométrie descriptive à l'Ecole Polytechnique, utilise cet appareil pour son enseignement. L'appareil peut servir à l'enseignement de diverses disciplines par suite de ses caractéristiques. On peut l'utiliser comme tableau tout en faisant face aux élèves, car il est possible d'écrire et d'effacer sur les acétates. On peut bâtir un dessin, un graphique compliqué, par superposition de différents acétates préparés à l'avance. Cette façon de procéder permet des retours sur des parties nécessitant des explications supplémentaires. Le professeur peut faire les dessins avec plus de soin puisqu'il les prépare à l'avance. Il y a possibilité de simuler un mouvement.

Le projecteur à cartouche

Le professeur A. Galarneau, professeur d'hydraulique à l'Ecole Polytechnique, démontra l'utilisation de cet appareil permettant de présenter un film silencieux sans avoir à toucher à ce dernier. Le film, contenu dans une capsule en plastique, est assez rigide pour se rebobiner par poussée. On peut permettre à un étudiant de revoir un film qui l'intéresse sans crainte de voir le film endommagé. Le professeur Galarneau utilise des films sur l'hydrodynamique; des films sur la physique et la chimie sont disponibles à Montréal. On peut placer le projecteur à l'arrière d'un écran approprié, ce qui permet à l'élève de le voir comme sur un téléviseur. Le film ne peut être arrêté et on ne peut revenir en arrière; ceci n'est pas un inconvénient important, car le film étant court (environ quatre minutes) on peut rapidement le repasser.

Enseignement microgradué

Le professeur Lorrain, chef du département de physique à l'Université de Montréal, considère qu'il est important de discuter de cette technique d'enseignement. Sans être une panacée, il croit qu'elle peut être utilisée avec d'autres méthodes. La part du revenu de notre population, consacrée à l'enseignement, étant très élevée, il est très important que les responsables déterminent s'il est possible d'augmenter le rendement aux points de vue pédagogique et économique; ils doivent se demander si les techniques présentement utilisées sont celles qui forment le mieux l'esprit des élèves.

L'enseignement peut se diviser en deux étapes d'échange : 1 — échange du professeur à l'élève, 2 — échange de l'élève au professeur et du professeur à l'élève. Cette deuxième étape, celle de la discussion, est très importante. La première étape peut se faire sans progresser, mais la deuxième doit demeurer personnelle.

L'enseignement micrograduć consiste en une série de questions et de réponses qui permettent à l'élève de progresser au fur et à mesure qu'il a acquis des connaissances. Les questions doivent être arrangées de telle façon que suivant la réponse, l'élève peut avancer ou être ramené à des questions qui lui permettent de réapprendre ce que sa réponse a indiqué qu'il ne savait pas. On peut utiliser des machines plus ou moins compliquées ou des livres pour arriver à ce résultat. Quel que soit le moyen, il est très important de toujours prévoir, selon la réponse de l'élève, si celui-ci en sait assez pour avancer ou s'il doit revenir et à quel point il doit revenir. Lorsque le programme de questions a été bien préparé, ce genre d'enseignement est très profitable. La méthode est équivalente à un tuteur qui a parfaitement étudié chaque question qu'il pose. Cette raison est suffisante pour mettre une équipe d'experts à l'oeuvre et préparer un programme vraiment raffiné.

La technique permet à l'élève de progresser par étapes relativement petites. L'élève sait immédiatement si sa réponse est correcte, ce qui est très bon au point de vue psychologique. De plus, l'élève peut progresser suivant son rythme, et non être retardé par les autres, ou être perdu parce qu'il est plus lent.

Les examens objectifs

Le professeur J. Falmagne, professeur d'histoire à l'Université de Montréal, fit part de son expérience avec les examens objectifs donnés à des étudiants de propédeutique au nombre de 150, pendant 4 ans, et corrigés au moyen d'une machine électronique. Il fit ressortir que ce genre d'examen permet de vérifier surtout la connaissance de la matière que possède l'étudiant. Lorsqu'une matière se prête à des interprétations, les examens objectifs obligent l'étudiant à accepter l'interprétation du professeur pour répondre d'une façon que la machine considérera comme correcte. On peut cependant arriver à bâtir des examens objectifs permettant une certaine interprétation dans les réponses. Au moyen de questions appropriées, on peut faire appel, à un degré relativement élevé, au jugement de l'étudiant et vérifier sa compréhension de la matière. Le professeur doit donner son cours en fonction d'un examen objectif et doit le reviser d'une année à l'autre. Les examens objectifs sont très longs à préparer car on donne jusqu'à neuf choix par question afin d'éviter qu'un étudiant puisse réussir par hasard; de plus, les questions doivent couvrir toute la matière. Cependant, la correction est très rapide et non fastidieuse, grâce à la machine électronique.

Le professeur J.J. Jonas, professeur de métallurgie à l'Université McGill, utilise les examens objectifs pour des groupes d'environ 200 étudiants. Au début, il a expliqué aux étudiants la valeur des examens objectifs. Ceux-ci permettent de vérifier la connaissance de l'ensemble de la matière grâce au grand nombre de questions. Le correcteur (en l'occurrence la machine) n'est pas inconsciemment influencé par son attitude mentale lors de la correction, par l'écriture, le style et l'ordre des réponses. L'élève ne fait qu'entourer un numéro sur une carte, ce numéro correspondant à une réponse que l'élève choisit sur le questionnaire. Un examen fut donné moitié objectif et moitié "classique". Les résultats de chacune des parties ont été comparés aux notes obtenues par les étudiants au cours de leur dernière année d'études secondaires et de leurs trois premières années d'université. Les résultats de la partie objective étaient plus près de la moyenne des examens des quatre années que les résultats de la partie "classique".

Le métier de projeteur de barrages

"Les barrages sont les plus gigantesques des ouvrages que construisent les hommes. Ce sont également ceux qui, mis à part la bombe atomique, accumulent la plus grande masse d'énergie potentielle, avec ce que cela représente de risques."

C'est Monsieur Jean Bellier, de l'étude Coyne et Bellier, qui parle aux membres de la Chambre de Commerce française au Canada à l'occasion du déjeuner du 16 avril. On sait que l'étude d'ingénieurs Coyne et Bellier participe, en collaboration avec le bureau Surveyer, Nenniger et Chênevert, aux études du barrage de Manicouagan 5 que l'Hydro-Québec construit présentement à 135 milles au nord de Baie-Comeau.

Le conférencier a choisi de traiter au cours de ce déjeuner du métier de projeteur de barrages qui est le sien depuis une trentaine d'années. "L'Ingénieur" résume ici cette intéressante causerie et laisse parler Monsieur Bellier :

Le métier de projeteur de barrages est un métier d'ingénieur qu'on aborde après une longue et studieuse formation mathématique, scientifique et technique. Les ingénieurs sont facilement réputés gens à ne savoir que parler chiffre en crayonnant des croquis. Aussi bien si nous devons, par force, utiliser l'instrument mathématique, la sagesse nous commande de ne pas croire à son efficacité plus qu'il ne faut. Il nous est autant — sinon plus — nécessaire de tout rattacher à la physique des choses et à l'expérience pratique. Doivent primer pour nous, au-dessus du soubassement technique, l'interrogation attentive et l'interprétation fidèle de la nature; ainsi qu'une constante humilité d'esprit devant les leçons qu'elle ne cesse de donner souverainement à qui veut bien les écouter.

Nous avons à nous colleter avec des éléments de la nature, pour les vaincre, les asservir et finalement en faire des alliés, des éléments tels que les roches, les terres, les sables; avec l'eau, enfin, l'eau, son poids et sa pression, sa subtilité, ses fureurs et aussi la poésie sauvage ou apaisante qui l'auréole. Son poids : c'est la poussée de l'eau qui tend à renverser les barrages et cette force est considérable. Sa subtilité la fait s'infiltrer dans les fissures du béton pour le ruiner, s'infiltrer aussi dans les joints

— ou dans la masse — des rochers pour faire éclater les rives si l'on n'y prend pas garde. Ses fureurs, c'est-à-dire les crues si gênantes pendant les travaux et qui constituent, après, un danger d'érosion pour les vallées.

Le métier de projeteur de barrage est aussi un métier discret, secret. On n'exerce pas de commandement en vue; ce qui nous est demandé c'est de conseiller, de proposer et les décisions doivent être entérinées ou prises par le Maître de l'oeuvre, seul qualifié pour cela, et à qui, en fin de compte, reviennent tous les pouvoirs et tous les droits puisqu'il assume la responsabilité financière. Le public n'a pas à connaître nos activités; nos activités ne sont pas photogéniques; dans les festivités d'inauguration nous figurons comme invités. L'essentiel est que nos travaux portent des fruits heureux, que les barrages possèdent le degré de sécurité nécessaire, qu'ils soient beaux et que, grâce aux progrès introduits, ils soient de plus en plus économiques.

L'idée du barrage est sans doute instinctive chez l'homme : voyez l'enfant qui joue sur la plage à arrêter et contenir les filets d'eau qui s'écoulent à marée descendante. En fait les vestiges dûment identifiés comme concernant des barrages ne remontent pas à des temps très lointains. Il est vrai que tant que nos ancêtres n'ont pu construire leurs digues qu'en terre seulement, le plus abondant et le plus maniable mais aussi le plus dispersable des matériaux naturels étanches, la probabilité de longue survie était très faible. Des archéologues auraient découvert les restes d'un ouvrage en pierre datant des pharaons, ces grands bâtisseurs d'autrefois; je crois que l'on peut avoir des doutes. Le plus ancien barrage certain que je connaisse se trouve en Iran. C'est le barrage voûte — il est nettement voûte — de KEBAR de 25 à 30 m de hauteur (100') datant du 12e ou 13e siècle. Il est intact et il suffirait de déblayer son réservoir qui s'est rempli d'alluvions au cours des siècles pour que cet ouvrage reprenne son service.

Pour ne pas vous ennuyer avec un exposé historique je saute de suite jusqu'à ce 19e siècle qui a vu la science moderne s'affirmer et ses applications s'étendre. C'est alors qu'a vraiment commencé l'ère des grands barrages.

Si donc l'appel aux barrages va s'amplifiant dans le monde on construit depuis longtemps ces ouvrages suivant, en gros, les mêmes types. Disons qu'il y a deux grandes classes : terre ou enrochement et béton.

Les barrages en terre ou en enrochement sont des gros tas de terre ou de pierre dont on règle la pente des talus en fonction des caractéristiques du matériau employé et de celles du sol et du sous-sol. La masse totale est si lourde qu'on peut en première approximation la prendre pour immuable vis-à-vis de la poussée de l'eau. Mais dans cette masse même peuvent se trouver des causes d'instabilité si l'on ne prend pas certaines dispositions que la technique s'emploie à répertorier et codifier. Ce type de barrage convient aux vallées larges ainsi qu'à celles dont le sous-sol est de médiocre qualité. Il se prête bien au déploiement des gros engins de terrassement modernes grâce auxquels le prix des massifs eux-mêmes est relativement faible. Mais la dépense totale est généralement alourdie par le prix des ouvrages annexes, en particulier des évacuateurs de crue qu'il faut développer sur une grande longueur pour contourner le massif. Hormis les cas où la nature du terrain appelle ces types de barrage, le barrage en béton reste, pour ce qui est du prix, très souvent compétitif devant eux.

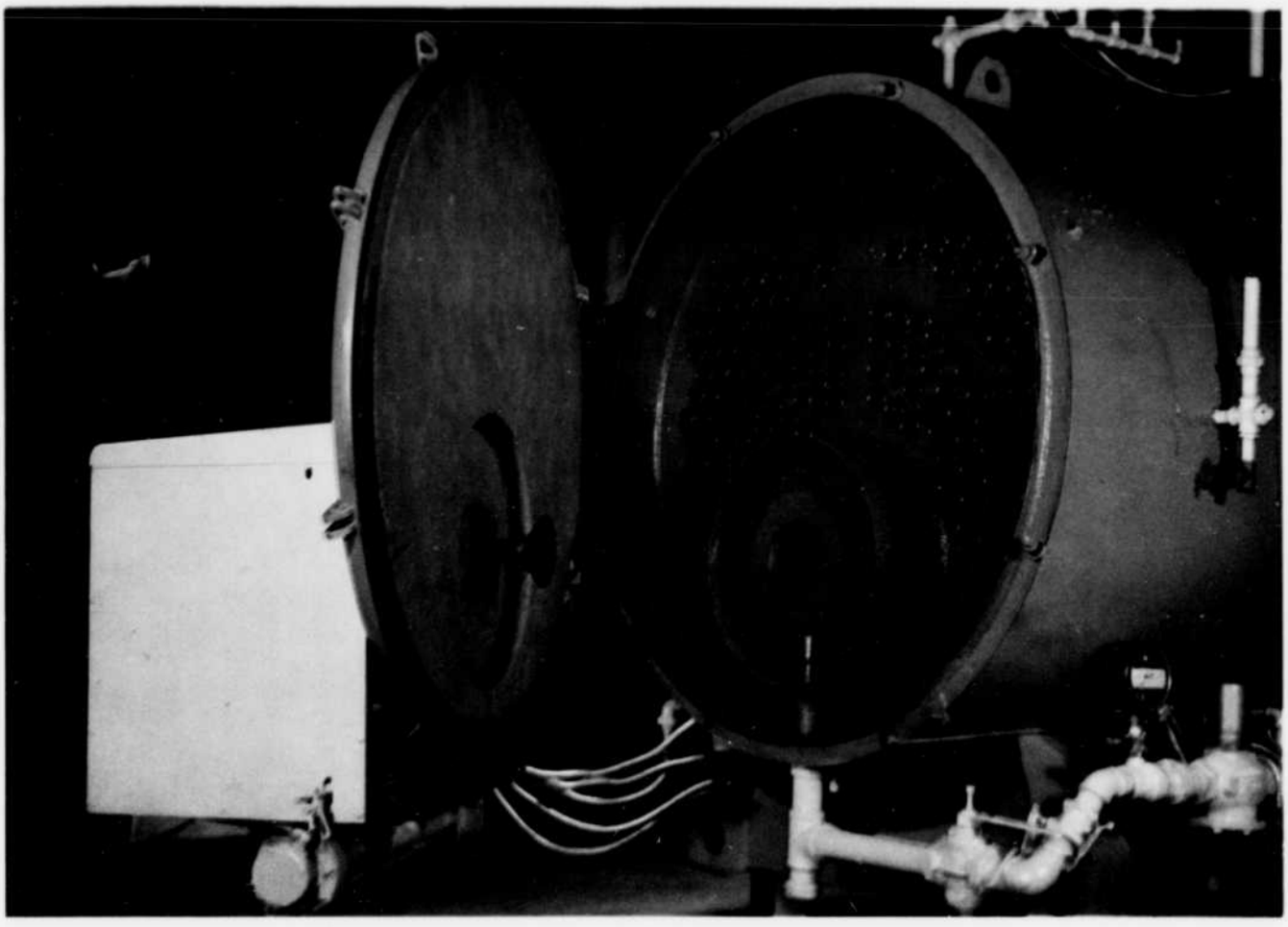
Pour le béton il y a plusieurs sous-types. D'abord le barrage poids, gros mur rectiligne dont l'épaisseur croissante en descendant, se mesure à peu près par le même chiffre que la hauteur et qui est ainsi assez lourd pour n'être pas basculé par l'eau. Nous apprécions peu le barrage poids en Europe en raison de son trop gros volume et de sa médiocre sécurité. La grande majorité des accidents de barrages en béton concernent des barrages poids.

Plus sûr et plus économique est le barrage voûte qui est un mur mince quasi vertical mais incurvé en plan de telle sorte que la poussée de l'eau soit transformée par la courbure en une poussée d'arc que les rives contiennent latéralement. On calcule qu'il faudrait une eau 5 à 6 fois plus dense pour rompre un barrage voûte ordinaire. Par ailleurs l'économie de béton est toujours forte : entre ½ et ⅔ généralement sur le barrage poids au même emplacement. Le plus gros avantage a été obtenu au barrage du GAGE en France dont le cube est d'environ 18% seulement du barrage poids; il est vrai qu'il s'agit du record mondial de minceur. L'Ecole française sous l'impulsion du grand constructeur que fut André COYNE a beaucoup fait pour relancer et développer le barrage-voûte; l'école italienne étant venue à la rescousse. Présentement il revient en faveur aux Etats-Unis.

Dans les vallées qui sont trop larges pour une voûte unique on passe au barrage à voûtes multiples constitué d'une juxtaposition de voûtes cylindriques inclinées qui s'appuient deux à deux sur des murs en béton transversaux de profil triangulaire appelés contreforts. Je n'en dis pas plus puisque vous connaissez le projet de Manicouagan 5 qui va être le plus gros barrage du type dans le monde. C'est l'extension en 2 ou 3 fois plus haut et environ 6 fois plus long d'un prototype construit par nous en Tunisie il y a une quinzaine d'années.

Pour revenir au métier de projeteur en parlant cette fois de nos moyens de travail disons qu'un siècle et plus de réflexions scientifiquement ordonnées de recherches théoriques ou expérimentales méthodiques et d'exercices mathématiques ont peu à peu constitué à notre usage un corps de doctrine qui nous permet de donner à nos ouvrages des formes et des dimensions à peu près adéquates aux efforts qu'ils auront à supporter. Mais nous ne connaissons pas encore tous les secrets de la nature et il nous arrive d'éprouver des surprises. En particulier, on s'est rendu compte un peu partout d'une certaine insuffisance de savoir sur le comportement des roches qui nous servent d'appui. Que ce soit sur leur nature ou sur leurs propriétés mécaniques ou sur les effets qu'y exerce l'eau qui s'infiltre en pression depuis la retenue, un gros programme de recherches de toutes sortes est en cours d'établissement par les projeteurs évolués du monde entier. Faute de savoir encore très bien comment aborder l'étude ni où elle mènera, on a du moins donné un nom à cette discipline en gestation : c'est la mécanique des roches.

Dernier aspect du métier de projeteur de barrages : un métier d'équipe. Un homme seul sera toujours dépassé par la multiplicité et la complexité des tâches, dépassé aussi par l'ampleur des responsabilités. Donc il faut que plusieurs associent leurs efforts. Encore faut-il de plus que ces plusieurs se veuillent soudés par un même esprit de collaboration. Il doit régner, cet esprit, tout au long de l'échelle hiérarchique : dans l'ensemble il n'y a pas de tâche secondaire. Doivent s'unir cordialement pour se compléter ou se compenser les diversités et les dissemblances de compétence, d'expérience et de tempérament. Une telle équipe est toujours longue à former, elle se forme par lents apports successifs, mais cette lenteur même est garantie de souplesse.



La porte de la chaudière **Olympic** peut être ouverte sans désaccoupler les conduits de combustible.

Les conduits de combustible désaccouplés sont dangereux. Il est difficile d'empêcher les fuites de gaz ou d'huile au cours de l'entretien, s'il faut disjoindre la tuyauterie. Les conduits flexibles de l'OLYMPIC se déplacent avec la porte. Il n'y a rien à déplacer sur les modèles au gaz. Le brûleur circulaire est placé dans le tube de chauffe au delà de la porte. On évite ainsi des raccords douteux.

OLYMPIC est une des nouvelles chaudières ignitubulaires, conçues et fabriquées par Dominion Bridge. C'est un appareil complet à trois passes pour fonctionnement au gaz et ou à l'huile. Il est efficace, simple, facile à nettoyer et à entretenir. Entre autres innovations, on remarque un retour de flamme submergé au bout de la première passe. Ceci élimine les chicanes, empêche les chocs thermiques et augmente l'efficacité d'échange calorifique. L'équipement de mise à feu, entièrement enfermé, assure un fonctionnement propre et silencieux. La porte arrière, suspendue sur bossoir, exige moins d'espace entre le mur et améliore la disposition de la chambre des chaudières. Tous les appareils de commande sont fournis par des manufacturiers réputés. Pour des renseignements complets au sujet de ce nouvel appareil de chauffage, demandez la publication B-178F, ou mieux encore, communiquez avec notre bureau local pour obtenir un service plus personnel.

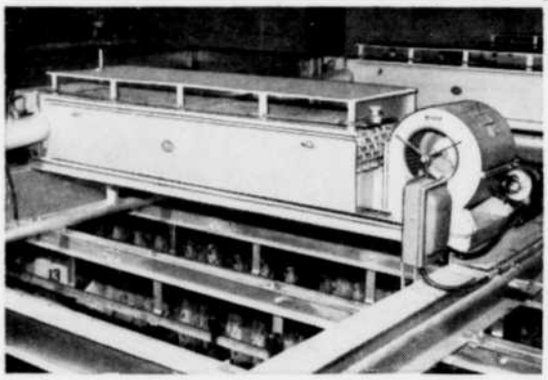
Disponible à l'huile ou au gaz, 125-600 H.P. Vapeur 15-150 lbs / - po. ca. Eau 60 et 100. Timbres supérieurs disponibles.

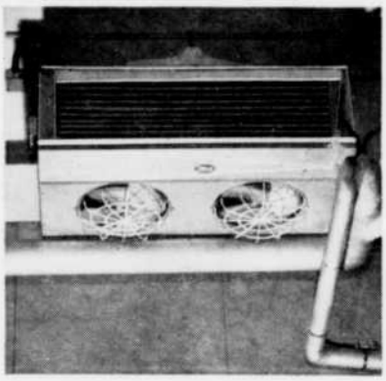
OLYMPIC

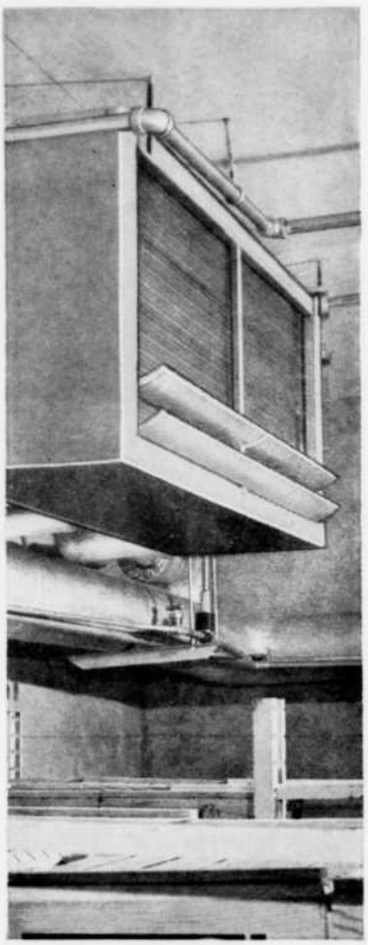
DIVISION DE LA CHAUDRONNERIE—DOMINION BRIDGE

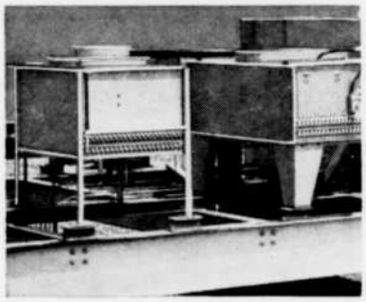
163FC

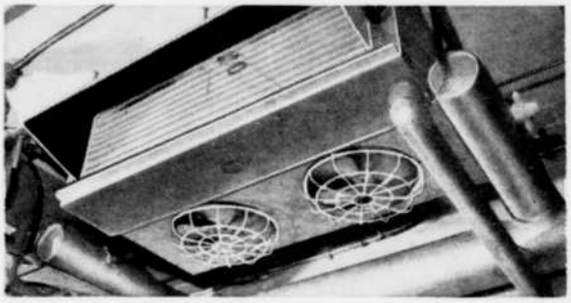
Ingénieur : A. Epstein and Sons, Inc., Chicago; Entrepreneur Général : Richard & B.A. Ryan (1958) Ltd., Montreal;
Entrepreneur Réfrigération : Beaver Air Conditioning Ltd., Toronto.





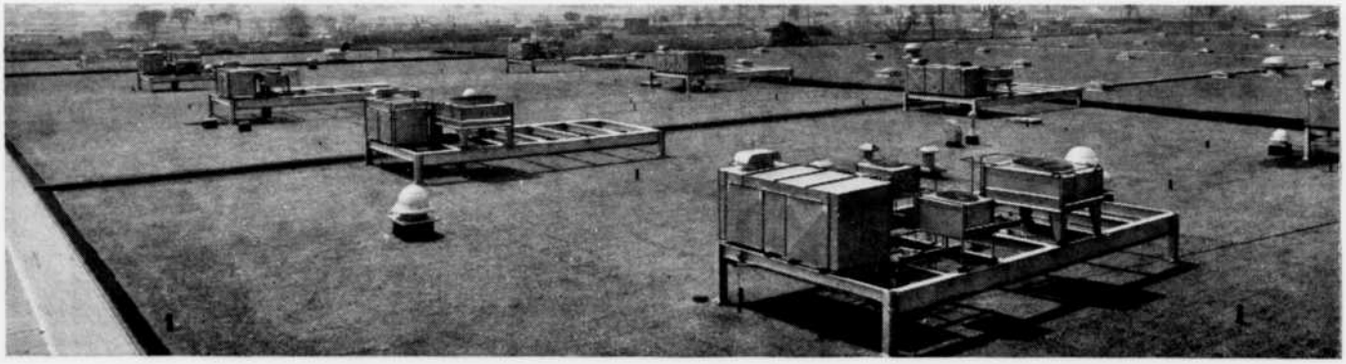






STEINBERG

IL FALLAIT QUATORZE SYSTÈMES INDIVIDUELS DE RÉFRIGÉRATION CHEZ STEINBERG



SEULEMENT KEEPRITE POUVAIT Y ARRIVER!

Les appareils KeepRite apportèrent la solution aux problèmes de réfrigération suscités par l'agrandissement de l'entrepôt d'Ontario de Steinberg Limited.

Quatorze systèmes différents comprenant des condenseurs à l'air et 37 évaporateurs — tous des produits KeepRite — maintiennent des températures variant de 55°F dans les chambres de bananes à -10°F dans le congélateur à pâtisserie. Installés par Beaver Air Conditioning, ces systèmes sont en opération continuelle, sans la moindre panne depuis l'inauguration de l'entrepôt.

Si vous désirez une opération fiable et un minimum d'entretien, exigez les produits KeepRite.

KeepRite **PRODUCTS LIMITED, Brantford, Ontario**

Bureaux de ventes : Montréal, Toronto et Brantford

Manufacturiers et Ingénieurs Canadiens d'Appareils de Réfrigération, Air Climatisé et Chauffage.

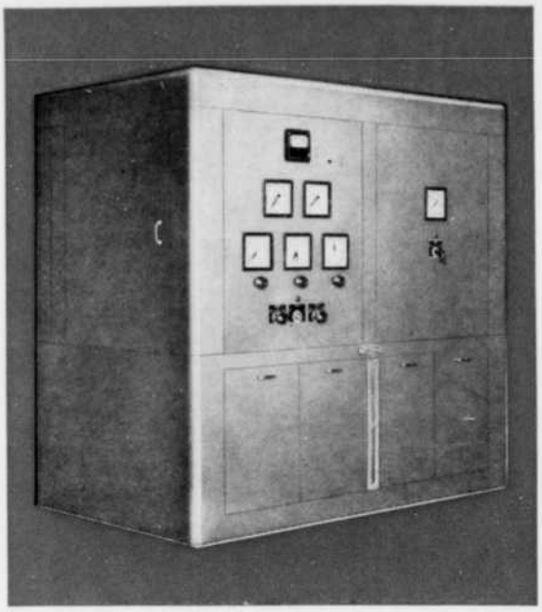
Quels que soient vos besoins, Canada Iron y répondra. Ces importantes catégories indiquent la variété des produits manufacturés par Canada Iron, l'un des chefs de file dans chaque domaine. Canada Iron est une compagnie canadienne qui possède dix-sept usines et de nombreux bureaux de vente et entrepôts dans tout le pays. Aujourd'hui, les nombreux produits de qualité et les connaissances techniques de Canada Iron sont au service des principales industries et municipalités. Faites appel à Canada Iron.

DIVISIONS: CHARPENTE (EST) · CHARPENTE (PRAIRIES) · FONDERIE · MÉCANIQUE · TAMPER · TUYAUTERIE · WESTERN BRIDGE · RAILWAY & POWER ENGINEERING CORPORATION, LIMITED ·

Demandez notre brochure de 40 pages, entièrement illustrée, en écrivant à Canada Iron Foundries, Limited, Place Ville-Marie, Montréal 2 (P.Q.)

Canada Iron

CRÉE DES MOYENS DE PRODUCTION POUR L'AVENIR



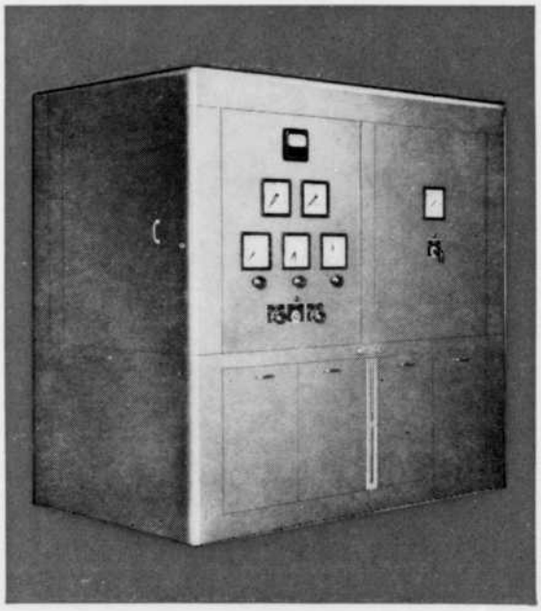
Identiques?

A première vue on ne saurait le dire car, à l'extérieur, les commandes et les indicateurs des nouvelles armoires de régulation hydroélectrique Woodward sont en tous points semblables à ceux des armoires de régulation hydro-mécanique traditionnelles auxquelles les opérateurs sont habitués.

A l'intérieur c'est autre chose. Le nouveau modèle, comportant une détection électrique de vitesse et une combinaison de stabilisation hydraulique et électrique, présente des avantages précieux pour plusieurs installations.

Que vaut le régulateur électrique ? Il vaut dans l'ensemble au moins autant que le régulateur mécanique et, si l'on s'en tient à certaines caractéristiques de fonctionnement, d'adaptation et de souplesse, il lui est supérieur. En effet, l'expérience pratique que nous avons eue du régulateur électrique et les épreuves auxquelles il a été soumis dans plusieurs installations ont donné des résultats bien supérieurs à ceux que nous avions prévus.

Une comparaison équitable entre un régulateur mécanique et un régulateur électrique pour une installation particulière nécessite souvent le concours d'un ingénieur expérimenté et spécialisé en régulation. Woodward met à votre disposition l'expérience de ses 94 années pour vous aider dans votre choix et, quel qu'il soit, vous ne pouvez acheter de meilleur régulateur.



Le plus ancien et le plus important manufacturier spécialisé dans les mécanismes de commande de moteur primaire.

WOODWARD GOVERNOR COMPANY
ROCKFORD, ILLINOIS — Tél. : 815 877-7441
Fort Collins, Colorado • Slough, Angleterre
Schiphol, Pays-Bas • Tokyo, Japon

H-146

IBM propose le premier ordinateur tout usage au monde... LE SYSTÈME/360

Le nouveau SYSTÈME/360 IBM est un ordinateur sans égal. Sa conception nouvelle, sa mémoire à accès direct plus vaste, ses bandes magnétiques plus rapides, ses dispositifs de représentation visuelle, ses imprimantes et ses postes de communication en font véritablement un ordinateur tout usage.

Le SYSTÈME/360 peut résoudre une foule de problèmes de traitement des données tant commerciaux que scientifiques tout en contrôlant de façon efficace le flot continu des communications dans votre entreprise. Dans ces applications, vous obtenez, grâce au SYSTÈME/360, plus de solutions pratiques pour chaque dollar affecté au traitement des données.

Vous pouvez facilement augmenter la capacité de votre SYSTÈME/360 selon le rythme de l'expansion de votre entreprise ou lorsque vous désirez lui confier de nouvelles tâches. Vous n'avez pas à reviser la plupart de vos programmes ni à remplacer les unités d'entrée et de sortie des données. Tout programme fonctionnant avec le plus petit ensemble fonctionnera également avec tout autre ensemble, si puissant soit-il.

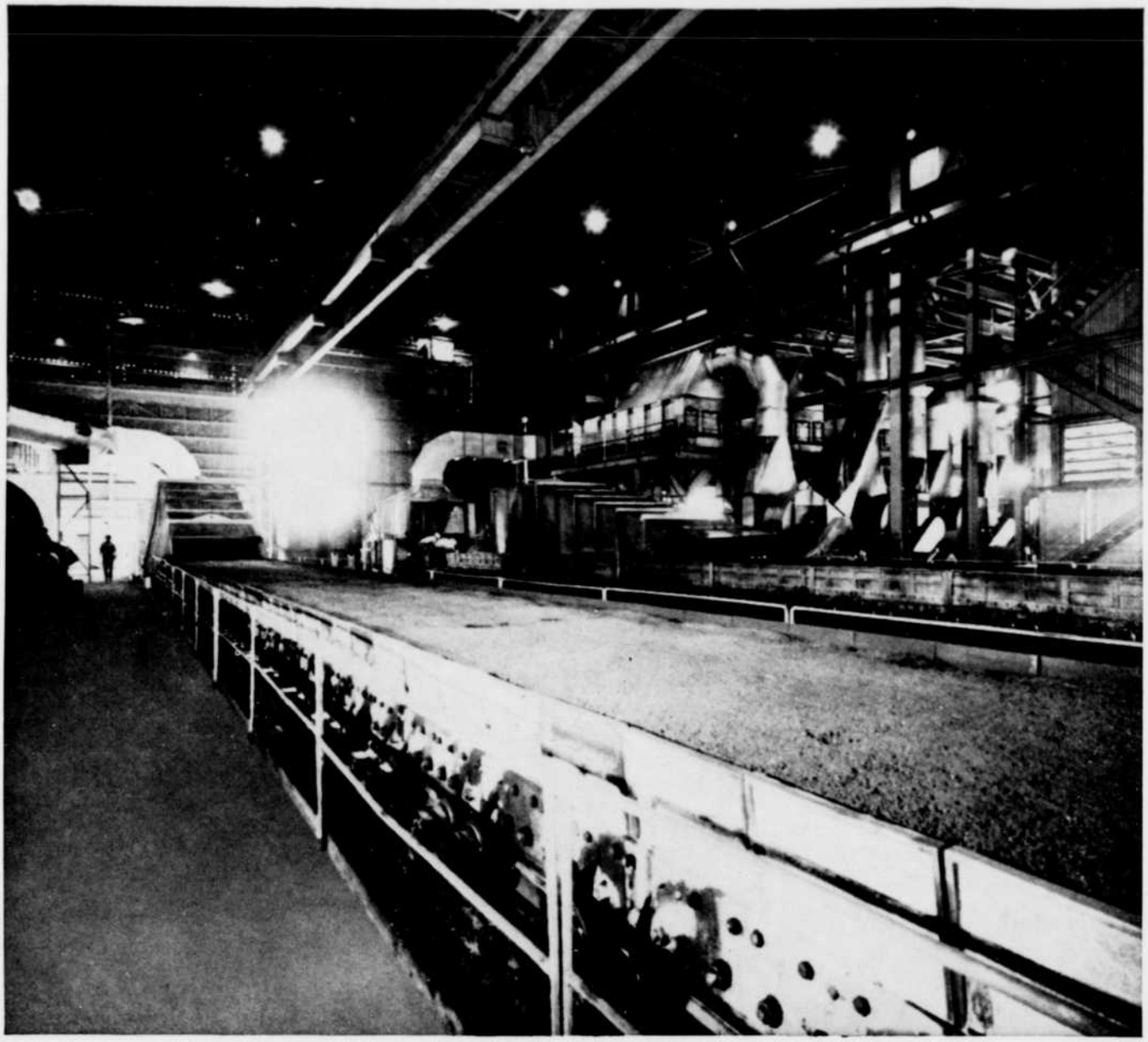
Il en est de même des systèmes de programmation. Le programme moniteur, le programme d'assemblage ou le programme d'utilisation le plus simple peut être utilisé avec n'importe quel SYSTÈME/360.

Le SYSTÈME/360 répond à vos besoins d'aujourd'hui et, grâce à sa souplesse d'expansion, il pourra également satisfaire ceux de demain. Il réduit vos frais d'exploitation aujourd'hui . . . tout comme il contribuera à réduire ceux de demain.

Vraiment, le SYSTÈME/360 IBM est sans égal.

International Business Machines Company Limited

IBM MARQUE DÉPOSÉE



Les ateliers de frittage de poudres métalliques adoptent le dépoussiérage AAF

La production sidérurgique applique chaque jour des nouvelles techniques. Ces deux chaînes de frittage sont dotées d'un matériel de grande efficacité en même temps que de six ROTOCLONE type N humide de marque AAF. Ces appareils évacuent plus de 250,000 pi. cu./mn d'air chargé de poussières, aux points de déchargement de tamisage et de transfert des poudres.

Ce matériel de grande robustesse est constitué de tôle de $\frac{3}{8}$", la première qui ait été utilisée dans des appareils de ce genre, ce qui indique la souplesse d'adaptation des ROTOCLONE type N selon toutes les exigences du dépoussiérage.

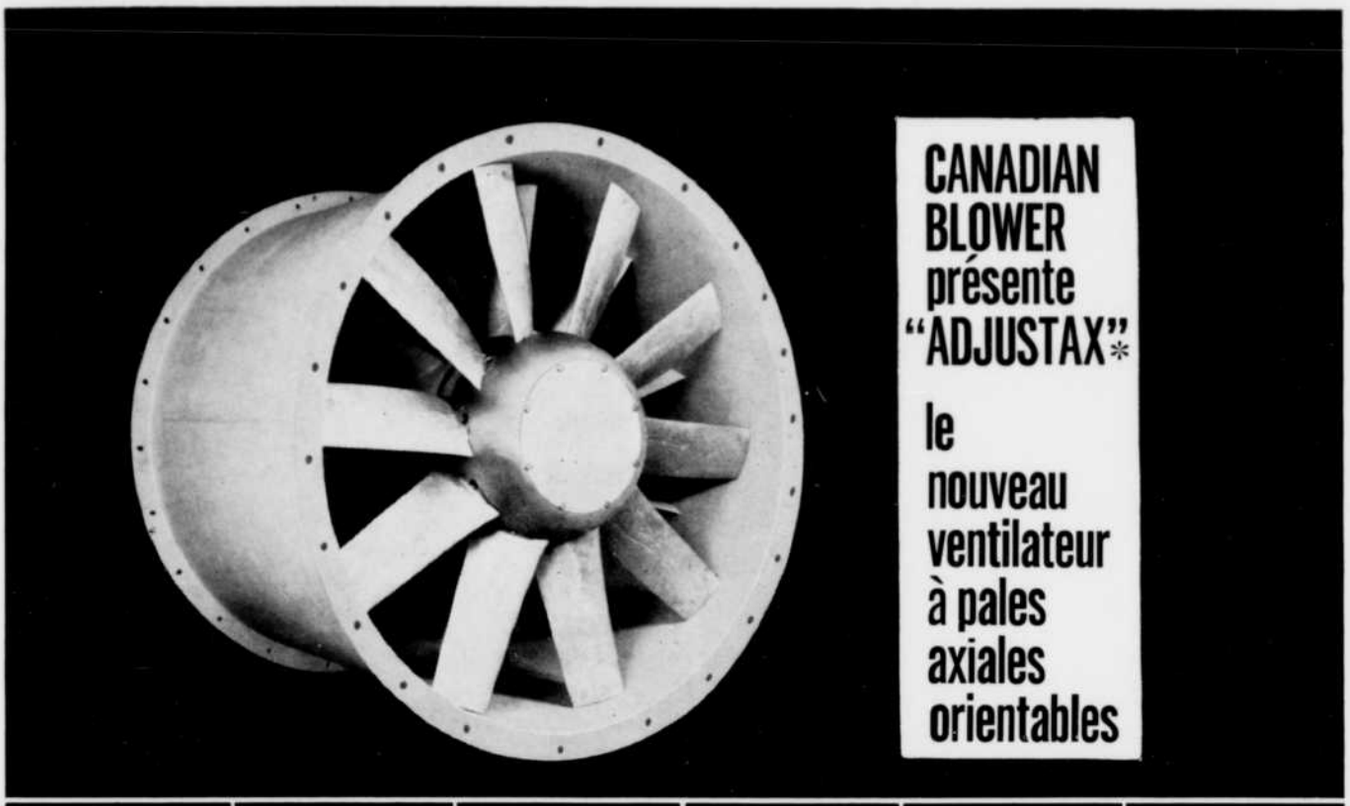
Pour tous renseignements sur le ROTOCLONE type N, veuillez consulter le représentant AAF de votre région ou demander le Bulletin 277 à: American Air Filter of Canada Ltd., 400, boul. Stinson, Montréal 9.

AAF CANADA

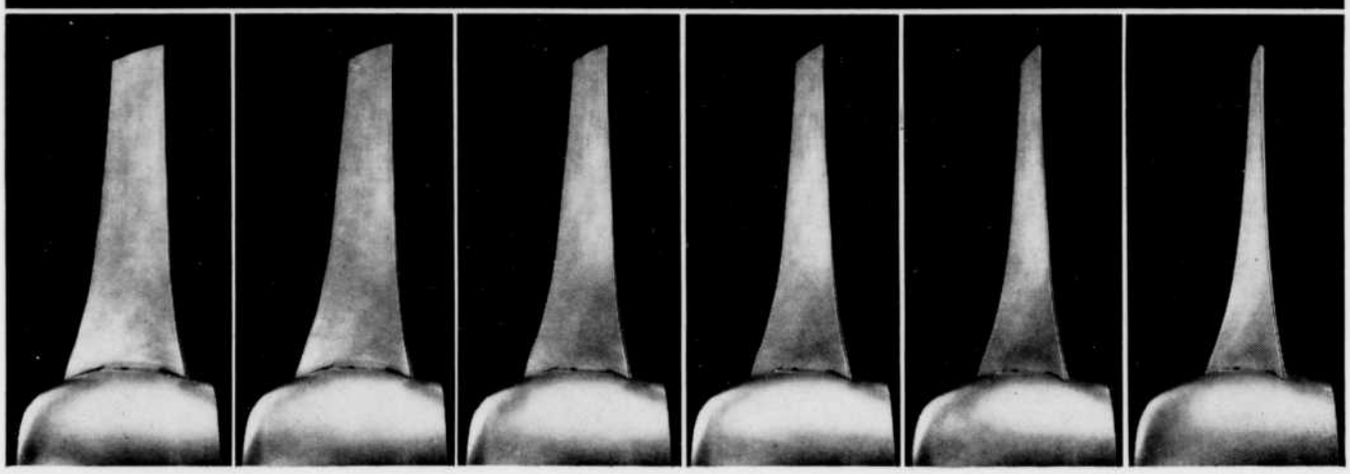
American Air Filter OF Canada LTD.

Usine et bureau principal: 400, boul. Stinson, Montréal 9

6410-F.



CANADIAN BLOWER présente "ADJUSTAX"* le nouveau ventilateur à pales axiales orientables



CARACTÉRISTIQUES DE "ADJUSTAX" : Débit, 3,000 à 400,000 pi.cu.min. Pression totale atteignant 20" avec ventilateurs à un seul étage. Efficacité jusqu'à 83%. Diamètre des rotors, de 22 à 84". Choix entre 56 arrangements moteur-ventilateur à accouplement direct décrits dans notre catalogue.

ADAPTATION ET AVANTAGES ÉCONOMIQUES DE "ADJUSTAX" : Adjustax permet de modifier la relation débit-pression. Facilite au besoin l'équilibrage du système. Encombrement moindre . . . frais d'installation réduits. Prix considérablement plus bas que celui d'un ventilateur centrifuge de même capacité. Démarrage et entretien beaucoup moins coûteux que pour les ventilateurs centrifuges à courroie.

TECHNIQUE EXCEPTIONNELLE POUR LE CHOIX DES VENTILATEURS : Cette technique permet d'établir les caractéristiques de débit et de pression pour chacun des 56 arrangements Adjustax de Canadian Blower, grâce à l'emploi de courbes et d'un code de couleur sur un graphique-directeur. Pour les ventilateurs de toutes dimensions, une fiche individuelle de rendement fournit, sous forme de tableau, les indications du débit et de l'efficacité obtenus selon l'orientation des pales. D'autres tableaux contiennent des renseignements spécifiques sur la puissance du moteur, la puissance à la charge limite, le diamètre de la conduite, la pression dynamique du ventilateur, la vitesse de l'air à la sortie, la pression totale et la chute de pression totale. Un nomogramme permet aussi de déterminer les dimensions de la conduite et du cône de fuite pour la vitesse voulue dans la conduite. Pour de plus amples renseignements sur la nouvelle série Adjustax de Canadian Blower et sur la technique simplifiée pour le choix des ventilateurs, communiquez avec le représentant technique de Canadian Blower ou demandez par écrit le nouveau dépliant F-300-G5.

RÉGLAGE EXTERNE : Réglage manuel, par un dispositif tendeur hélicoïdal et boulons jumelés (brevet en instance), effectué en quelques minutes . . . et de l'extérieur à la surface du moyeu. Pales robustes, en aluminium coulé, ajustées à l'usine en vue d'une efficacité optimale au régime de débit et de pression désiré, pouvant se placer facilement à tout autre angle indiqué, si un débit différent ou des conditions de fonctionnement imprévues l'exigent.

ACCESSOIRES ADJUSTAX HORS-SÉRIE : Coude d'entrée, volets réglables à l'entrée, dispositif anti-tourbillon, cônes d'entrée et de fuite, dispositif d'atténuation du bruit, tous calculés en tenant compte des caractéristiques du ventilateur à circulation axiale.

AUTRES VENTILATEURS AXIAUX DE CANADIAN BLOWER : Les ventilateurs à pales fixes du type B comprennent les modèles avec ou sans directrices. Le "Clamshell" comporte des portes d'accès qui facilitent le nettoyage de l'intérieur du ventilateur. Il existe de plus des ventilateurs spéciaux en polyester, renforcé de fibre de verre (FRP) qu'on peut utiliser dans une atmosphère corrosive.

* Marque de commerce de The Canadian Blower & Forge Co. Ltd.

CANADIAN BLOWER & FORGE COMPANY LIMITED

SIÈGE SOCIAL : Kitchener, Ontario

BUREAUX DES VENTES ET DES SERVICES TECHNIQUES : Montréal, Toronto, Hamilton, London, Saint John, Sarnia, Ottawa, Winnipeg, Calgary, Edmonton, Vancouver.

Représenté par **LÉO LISI LIMITÉE – Chicoutimi – Qué.**
SARTO BUIES LIMITÉE – Québec – Qué.

HORTON

Pour TOUTE fabrication en tôle d'acier

Deux trémies élevées à pierres à deux compartiments de 18 pi. 6 po. de diamètre par 32 pi. 3 po. (hauteur totale) construites et érigées par Horton pour George Campbell Co. Ltd., Fort Erié, Ontario.

grosses ou petites structures en acier lourd ou léger besoins spéciaux ou standard

Grâce à l'expérience tout à fait supérieure de Horton Steel, tous les travaux en tôle d'acier peuvent être entrepris et complétés dans l'intervalle spécifié. Les grosses ou petites structures en acier au carbone ou en métaux spéciaux peuvent être construites sur place ou montées dans les chantiers. Tous les travaux Horton Steel sont traités d'une façon spéciale. Les spécifications sont interprétées à la lettre et les projets sont érigés et surveillés sous des contrôles de qualité rigoureux. Pour une solution efficace à tout besoin de fabrication en tôle d'acier, communiquez avec le personnel des ingénieurs compétents de Horton Steel dès aujourd'hui.

HSW641F

HORTON SHAPES NEW HORIZONS

HORTON STEEL

WORKS, LIMITED

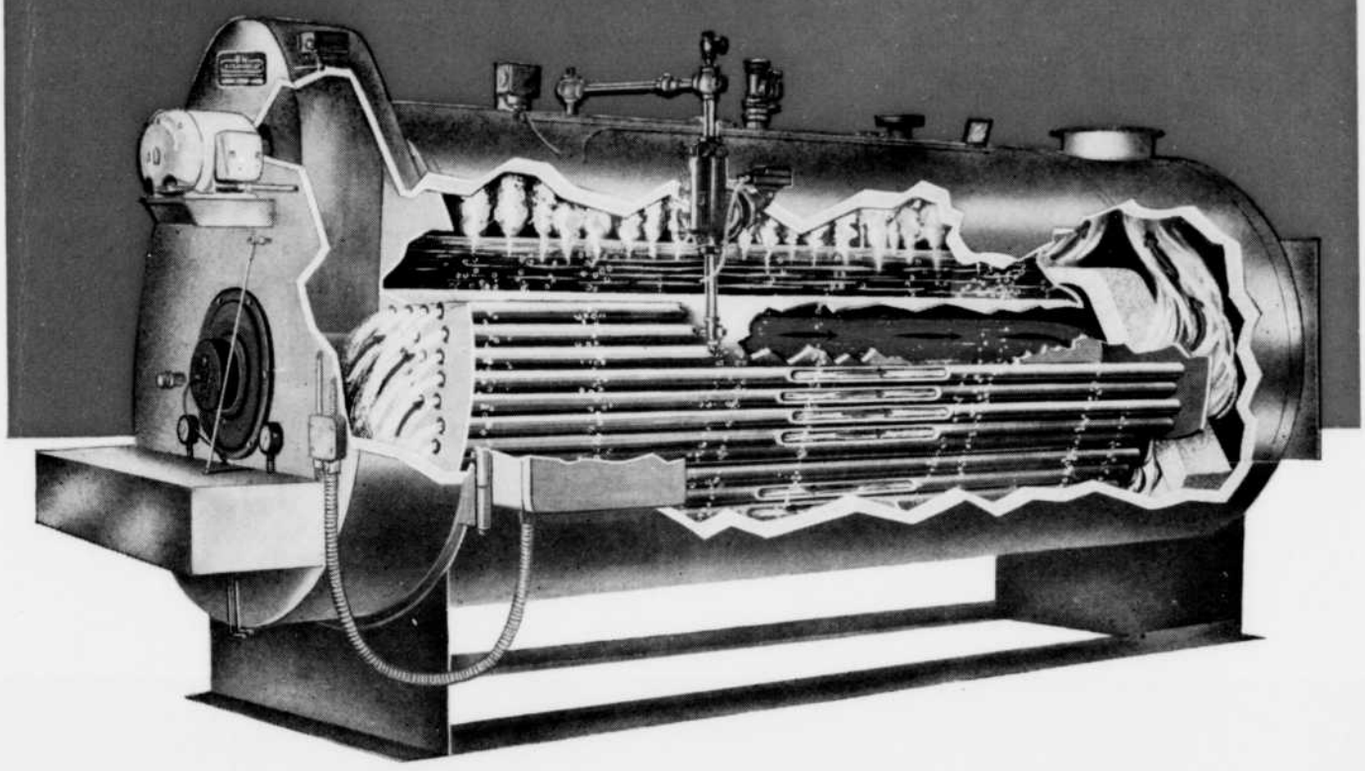
25 ADELAIDE STREET WEST, TORONTO, ONTARIO

Usines et bureaux dans tout le Canada

RÉSERVOIRS ET TRAVAUX EN TÔLE D'ACIER DESTINÉS AUX INDUSTRIES... ACIER AU CARBONE, MÉTAUX SPÉCIAUX OU COMPOSÉS

LA CHAUDIÈRE AUTOMATIQUE INTÉGRÉE

STEAMBLOC



POUR ÉCOLES
HÔPITAUX
INSTITUTIONS
MAISONS DE RAPPORT
• CENTRES D'ACHATS
USINES
INDUSTRIES

La "STEAMBLOC" est une chaudière complète par elle-même, d'une puissance de 20 à 725 CV et offrant de nombreuses possibilités d'adaptation pour répondre à une grande variété d'applications.

La "STEAMBLOC" est une chaudière ignitube horizontale à trois passes, à tirage forcé, intégrée et entièrement automatique, disponible en versions vapeur ou eau chaude.

La "STEAMBLOC" est livrée équipée de tous ses auxiliaires entièrement renfermés dans son enveloppe et montée sur une base d'acier épais. L'ensemble est de formes simples et compactes, n'exige ni fondations ni excavations spéciales et s'installe dans un espace minimum.

La "STEAMBLOC" comporte cinq pieds carrés de surface de chauffe par cheval de puissance nominale.

La "STEAMBLOC" subit, avant son expédition de l'usine, des épreuves sévères qui lui garantissent une efficacité d'opération supérieure à 80% dans des conditions normales de fonctionnement. La "STEAMBLOC" est équipée d'un brûleur pouvant utiliser toutes les huiles combustibles jusqu'au mazout "C". La combustion efficace et complète n'engendre pas de fumées nuisibles.

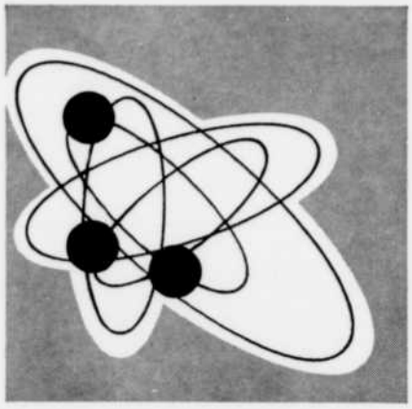
Pour vous documenter sur la "STEAMBLOC", téléphonez ou écrivez au plus proche bureau ou agent de B. & W.: vous y trouverez un représentant de B. & W. parfaitement qualifié pour vous renseigner sur les chaudières servant au chauffage ou à l'usinage.

CHAUDIÈRES POUR LE CHAUFFAGE

B&W STEAMBLOC

CHAUDIÈRES POUR L'INDUSTRIE

BABCOCK-WILCOX AND GOLDIE-McCULLOCH LIMITED, GALT, ONTARIO MONTRÉAL • TORONTO • CALGARY • VANCOUVER



SCIENCE-PROGRÈS

Four à image d'arc

L'idée d'utiliser un four solaire pour l'obtention de températures très élevées est déjà relativement ancienne. Le four solaire présente de nombreux avantages sur les fours usuels : atmosphère indépendante de la source de chaleur, rayonnement limité à une très petite plage où peut se produire la fusion, l'élimination du danger de contamination par la matière étrangère du creuset, facilité d'observer la matière en fusion pendant le chauffage. Le remplacement du soleil par une source de rayonnement terrestre très intense (l'arc du carbone) permet un montage plus simple que celui du four solaire, tout en conservant les avantages de celui-ci. On est ainsi parvenu, avec un four à image d'arc, à fondre de l'oxyde de zirconium (2970°K), du carbure de titane (3400°K) et même du carbure de zirconium (3800°K).

Accélération des faisceaux de protons polarisés

Le laboratoire Rutherford de Harwell vient de réaliser une source intense de protons polarisés. Cette source fonctionne comme suit : des atomes d'hydrogène sont produits par des charges électriques à partir d'hydrogène moléculaire H_2. Les atomes H sont soumis à un champ magnétique intense non uniforme qui les trie et tend à rassembler autour de son axe ceux qui ont un moment magnétique négatif et écarte au contraire ceux qui ont un moment magnétique positif. Si l'on prend le coeur du faisceau et que l'on soumet ces atomes à un puissant bombardement d'électrons dont l'impact arrache l'unique électron de leur couronne, on dispose finalement de protons polarisés qui sont injectés dans un polarisateur.

Un tel faisceau de protons permet des travaux entièrement nouveaux. Les interactions de protons polarisés avec les atomes des cibles vont-elles mettre en évidence des phénomènes nouveaux ? Que donneront les mêmes expériences répétées avec un polarisation inverse ? — (*Science et Avenir*, no 177, p. 607)

Lubrifiants pour l'aluminium

L'étude de la chimie des surfaces métalliques "fraîches" dans un vide extrême, proche de celui que rencontrent les engins spatiaux placés sur une orbite, a apporté d'importants renseignements sur les processus fondamentaux de la lubrification, de la friction et de l'usure. Les réactions chimiques qui se produisent en un milliardième de seconde dans l'atmosphère terrestre peuvent être observées "au ralenti" pendant une période de plusieurs heures au moyen des nouvelles techniques de recherche dans l'ultra-vide. On a pu ainsi identifier une nouvelle classe de composés qui forment un lien chimique avec les surfaces d'aluminium, constituant un film résistant à l'usure et enrobant les minuscules particules résultant du frottement qui autrement détérioreraient les surfaces mobiles. Le résultat final des études entreprises, en ce sens, par les chercheurs de la General Electric Company, est qu'il est à présent possible de graisser l'aluminium et d'obtenir de très faible coefficients de frottement des meilleurs matériaux anti-friction. On a découvert plusieurs classes de composés organiques ayant les propriétés requises, mais la nature exacte de ces composés n'a pas été révélée.

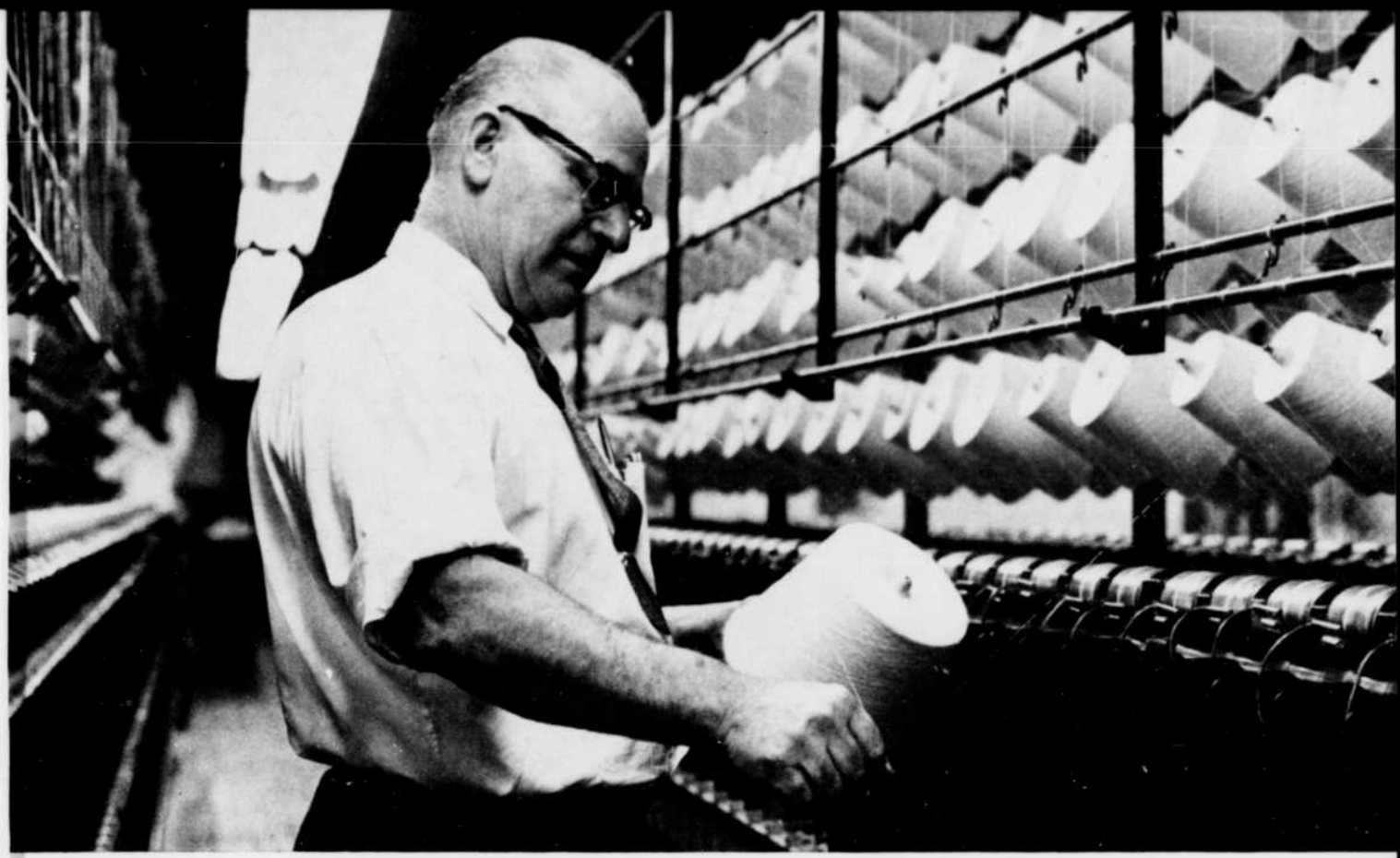
Chaînes en matière plastique

La fabrication en série de chaînes en matière plastique renforcée de fibre de verre a pu être entreprise après de nombreux essais en Allemagne Fédérale. Ces chaînes, bien qu'elles ne prétendent pas remplacer systématiquement les chaînes en acier, possèdent néanmoins certaines qualités : résistance absolue à la corrosion, insensibilité aux effets de l'eau de mer et du magnétisme, économie de poids et d'entretien, qui permettent d'envisager avec succès leur emploi dans divers domaines : industries galvanotechnique et chimique, entreprises agricoles, signalisation des voies fluviales. — (*La Nature*, no 3316, p. 357)

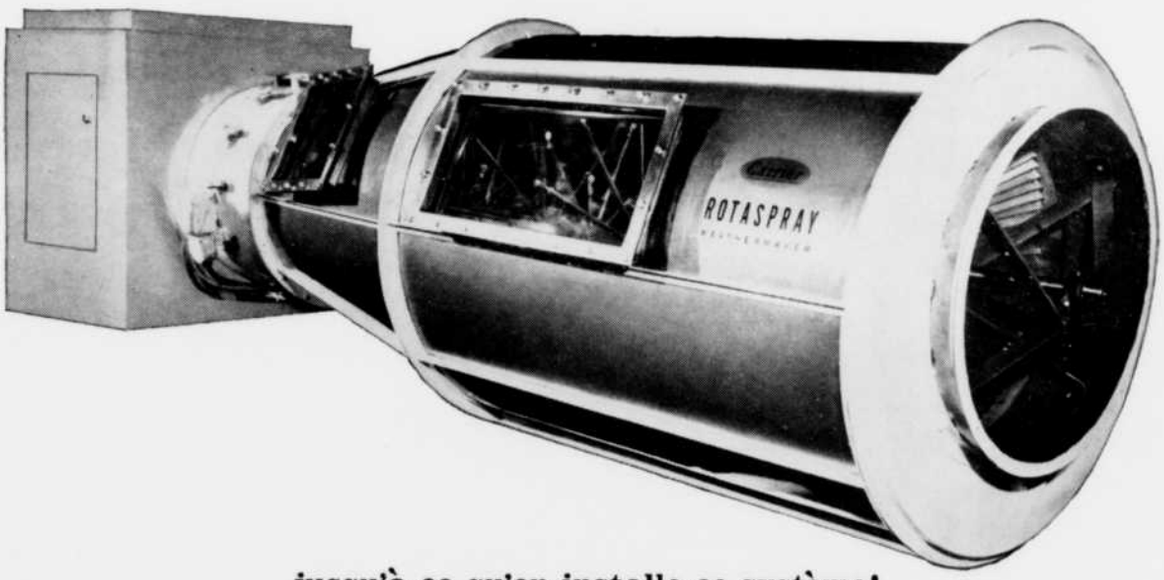
Clef du nouveau gyroscope : une sphère de 100 grammes

Un petit globe métallique, valant trente fois son poids d'or, façonné par les laboratoires de la General Electric (U.S.A.), constitue l'élément essentiel d'un système de guidage pour la navigation astronautique.

Ce petit globe de 5mm de diamètre est réalisé en niobium pur. Cette sphère constitue le coeur d'un gyroscope ultra-précis pour la mise en direction d'un mobile soit aérien, soit marin, soit spatial avec une précision jamais atteinte jusqu'à ce jour. La précision de l'ensemble de navigation par inertie sera obtenue grâce à la suspension de cette sphère dans un champ magnétique sous vide. Le niobium est, en effet, supracon-



Il faisait souvent 110° ici. L'entretien des machines prenait 30 heures par semaine...



jusqu'à ce qu'on installe ce système!

Voici l'atelier de filature et de bobinage des Glendale Spinning Mills à Hamilton (Ontario).

Même quand la température extérieure descendait à 8° sous zéro, il faisait 90° dans ce local. Les fortes variations du degré d'humidité aggravaient non seulement l'inconfort des employés, mais nuisaient au bon fonctionnement des machines. La charpie se déposait partout, de sorte que l'entretien du matériel exigeait jusqu'à 30 heures par semaine.

Mais maintenant, la température est réglée à 78° et l'humidité relative à 62°. Toutes deux demeurent à peu près fixes. Le problème posé par la présence de charpie a été considérablement réduit.

Tel est le résultat spectaculaire obtenu par l'emploi d'un système Weathermaker Rotaspray 29D de Carrier.

Recommandé par M. David Peat, ingénieur de la compagnie Durisol, à Hamilton, ce système Carrier permet à la fois une réduction des frais d'entretien et un contrôle excellent de la température, de l'humidité et de la propreté de l'air.

Carrier fabrique la gamme la plus étendue de matériel et de systèmes de climatisation se prêtant à toutes les conditions d'utilisation. Vous obtiendrez des renseignements complets en vous adressant à Carrier Air Conditioning (Canada) Limited, Bramalea, Ontario. Bureaux et concessionnaires dans les principales villes.

Climatisation Carrier

ducteur et la sphère, maintenue à une température voisine du zéro absolu, est parcourue indéfiniment par un courant électrique lancé une fois pour toutes; elle constitue donc un électro-aimant permanent qui flotte au-dessus d'un champ magnétique. Le poids de cette sphère est de 100 grammes, elle sera enfermée dans une capsule étanche dont les parois ne seront distantes que de l'épaisseur d'une feuille de papier. Aucun frottement ne sera possible, pas même la friction d'air ou de gaz. La rotation de la sphère pourra être assurée pendant des mois ou même des années, après sa mise en mouvement. La parfaite sphéricité de cette pièce, élément aussi décisif que sa libre suspension, sera assurée avec une tolérance de l'ordre de 0.0000254 cm. (*Science et Avenir* no 178, p. 678)

Scandium... à la livre

L'Union Carbide Corporation a réussi à isoler 450 gr. de scandium, métal d'une extrême rareté. Le scandium ressemble extérieurement à de l'argent. On pense que ce métal pourrait présenter des propriétés intéressantes, seul ou à l'état d'alliages. Sa densité (2.5) est comparable à celle de l'aluminium (2.7) mais son point de fusion (1600°C) est environ deux fois et demie celui de l'aluminium (659°). (*NSP*, mars '61, no 3311)

Jauge de pression ultra précise

Le centre de recherche sur le pétrole du U.S. Bureau of Mines de Bartlesville (Oklahoma) a mis au point une jauge suffisamment sensible pour mesurer avec grande précision des pressions de vapeur extrêmement faibles. Le domaine d'utilisation de cette jauge va de 0.01 mm à 40 mm de mercure. Sa précision est de 0.001 mm pour les mesures proches de la limite inférieure de son domaine d'utilisation.

L'appareil fonctionne de la façon suivante : la vapeur d'un échantillon de substance pousse un piston qui se déplace librement à l'intérieur d'un petit cylindre. L'inclinaison du cylindre permet de régler le poids réel du piston de façon à équilibrer la pression de vapeur. Quand l'équilibre est atteint on peut calculer la pression de vapeur à partir de l'angle d'inclinaison et du poids du piston. Une méthode originale pour éliminer tout frottement entre le piston et le cylindre donne au système sa précision et sa sensibilité.

Transistors en plastique

Les Soviétiques auraient réalisé les premiers transistors en matière plastique. Le principe consisterait à irradier une plaque en matière plastique, à base d'acrynoline, de manière à rendre semiconductrices certaines de ses parties. Il s'agirait d'une véritable électronique moléculaire, visant à demander aux matières plastiques de jouer le rôle de diodes, de résistances et de capacités. (*Science et Avenir*, no 173, p. 347)

Ortho et para hydrogène dans l'industrie de l'hydrogène liquide

L'hydrogène ordinaire est un mélange de deux variétés : l'orthohydrogène et le parahydrogène. On sait en effet que le noyau de l'atome d'hydrogène est constitué par un proton. Ce proton unique tourne sur lui-même et possède, tout comme l'électron, un moment angulaire de rotation ou spin. De ce fait, dans la molécule H_2 formée par l'union de deux atomes d'hydrogène, deux configurations sont possibles selon que les spins des deux protons sont parallèles ou antiparallèles. Dans le premier cas, on a par définition l'orthohydrogène, dans le second, le parahydrogène.

Ces deux types de molécules ont des propriétés physiques voisines mais non identiques; leurs domaines de stabilité sont différents. A la température ordinaire l'hydrogène à l'état d'équilibre contient trois fois plus d'orthohydrogène que de parahydrogène. Au contraire, au zéro absolu, la variété stable est le parahydrogène. Lorsqu'on liquéfie de l'hydrogène, l'orthohydrogène se transforme en para mais cette transformation est lente en absence de catalyseur, de sorte que si l'on ne prend pas la précaution d'accélérer cette conversion, on obtient de l'hydrogène liquide contenant encore près de 75 pour 100 d'orthohydrogène. Celui-ci se transforme alors plus ou moins rapidement en parahydrogène en dégageant de la chaleur.

Afin d'éviter cette évaporation, on fait passer l'hydrogène sur de l'hydroxyde de fer qui catalyse la transformation de l'ortho en parahydrogène de sorte que l'on obtient finalement de l'hydrogène liquide contenant moins de 5 pour 100 de la forme ortho.

On voit ainsi comment l'allotropie de l'hydrogène qui pouvait paraître à première vue une notion très théorique intervient directement et d'une façon essentiellement pratique au cours de la fabrication industrielle de l'hydrogène liquide, ce combustible pour les fusées. (*La Nature*, no 3312, p. 160)

Liaison Métal-Nylon

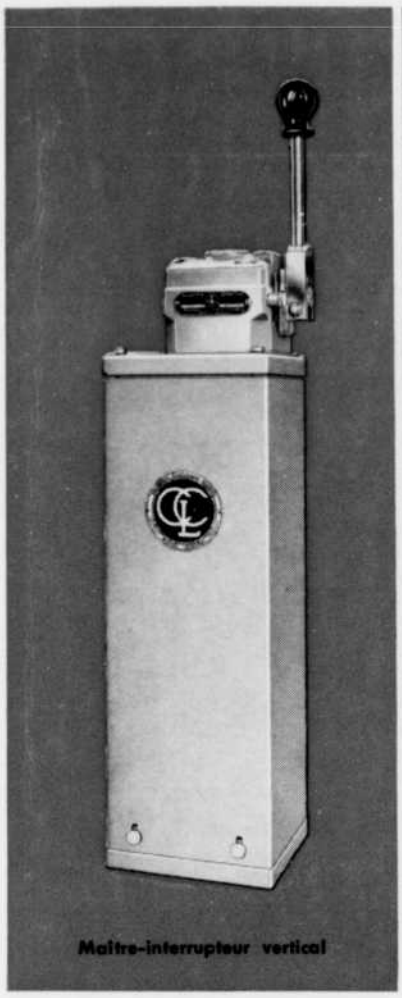
Une société américaine a mis au point une technique pour assurer la liaison entre des éléments en nylon et en métal, par exemple l'assemblage d'engrenages en nylon sur des arbres métalliques ou la fixation de vis ou de tiges dans des assemblages nylon-métal. Cette technique comporte deux étapes : une pâte époxyde est d'abord appliquée sur la surface métallique; la surface de l'élément en nylon est ensuite ramollie par application d'un solvant pour favoriser la liaison avec la pâte époxyde durant son durcissement. L'opération s'effectue à la température ambiante et un assemblage robuste, résistant aux chocs, est assuré entre le nylon et le métal en quelques heures. (*La Nature*, No 3312)

Première synthèse de la cellulose en laboratoire

Une équipe de biochimistes de l'Université de Californie a réussi la première synthèse de la cellulose en laboratoire. Ceci constitue un grand pas en avant vers la compréhension des processus biologiques fondamentaux.

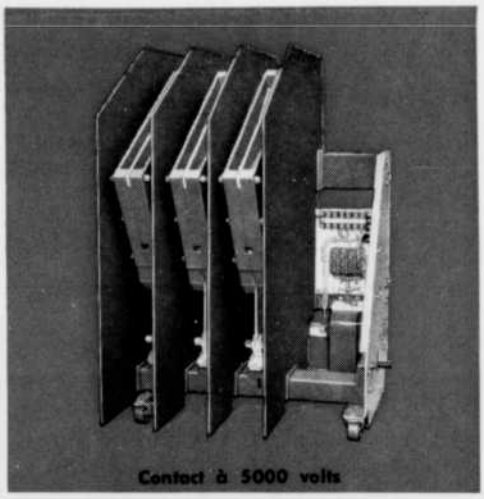
Les travaux antérieurs des chercheurs leur avaient fourni certaines données quant à la structure chimique de la cellulose mais jusqu'ici il leur avait été impossible de reproduire le processus par lequel les plantes élaborent ce composé. Les chercheurs californiens ont dû faire un classement méticuleux des étapes chimiques complexes qui ont lieu naturellement dans les végétaux vivants.

Bien que la connaissance du processus par lequel se force la cellulose puisse être d'une certaine utilité pour l'industrie chimique, il est peu probable qu'une cellulose de synthèse ait quelque chance de remplacer le produit naturel.



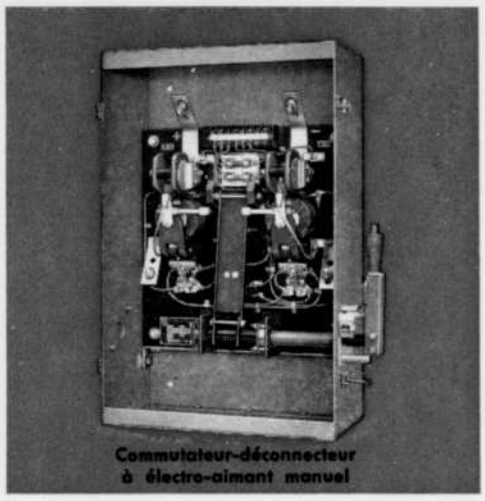
Maître-interrupteur vertical

Centres de contrôle générateur



Contact à 5000 volts

CRÉATION CANADIENNE



Commutateur-déconnecteur à électro-aimant manuel

Pour faire face à vos besoins particuliers

Ceci peut être surprenant pour un grand nombre d'acheteurs canadiens de commandes motorisées électriques. Mais, çà ne l'est pas pour les clients de C.C.L. parce que souvent nous créons, construisons et fabriquons des dispositifs pour satisfaire un besoin particulier ou faire face à un problème. Le dispositif, tel qu'illustré ci-haut, fut entièrement conçu au Canada aux usines de C.C.L. par des ingénieurs canadiens qui ne le cèdent en rien aux ingénieurs de n'importe quel autre pays. Leur oeuvre est tellement peu commune que la pénétration des marchés extérieurs se fait sentir pour le dispositif, tel qu'illustré ci-haut.

Vérifiez toutes les marques, lorsque vous achetez des commandes électriques. Mais, comparez toutes les marques avec C.C.L. Comparez pour la qualité de construction, la facilité d'installation et l'entretien . . . pour les particularités de conception qui économisent du temps, des frais et des ennuis.

ACHETONS DES PRODUITS CANADIENS

Une maison se spécialisant uniquement dans la fabrication d'appareils de commande pour moteurs électriques.

Canadian Controllers Limited

1550 BIRCHMOUNT ROAD, SCARBOROUGH, TORONTO, ONTARIO

AGENT DES VENTES

Railway & Power

ENGINEERING CORPORATION, LIMITED

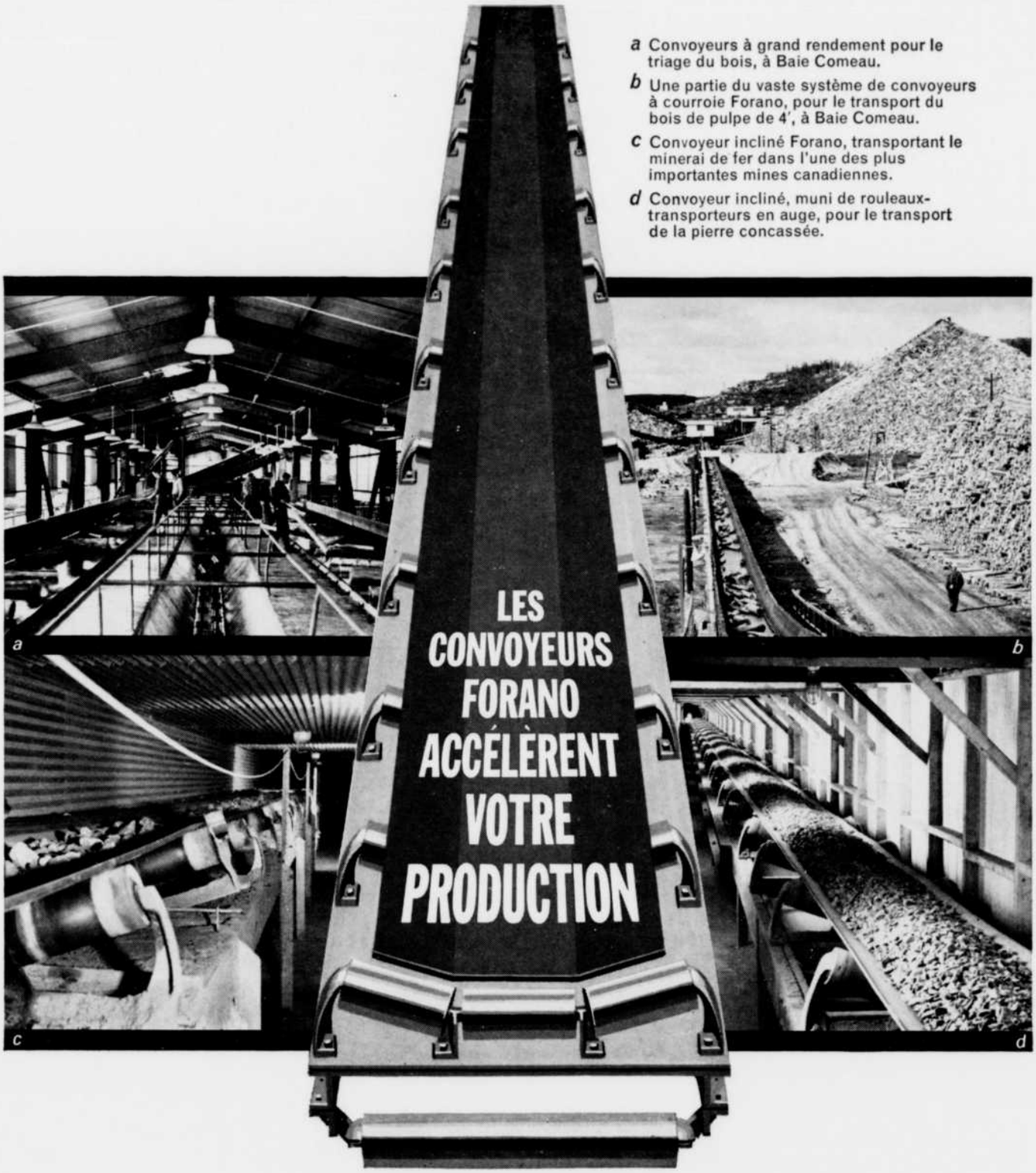
New Glasgow • Quebec • Montreal • Noranda • Ottawa • Toronto • Hamilton • Sault Ste. Marie • Winnipeg • Calgary • Edmonton • Vancouver

a Convoyeurs à grand rendement pour le triage du bois, à Baie Comeau.

b Une partie du vaste système de convoyeurs à courroie Forano, pour le transport du bois de pulpe de 4', à Baie Comeau.

c Convoyeur incliné Forano, transportant le minerai de fer dans l'une des plus importantes mines canadiennes.

d Convoyeur incliné, muni de rouleaux-transporteurs en auge, pour le transport de la pierre concassée.



Qu'avez-vous à transporter? Du minerai . . . des billots . . . des copeaux . . . de la pierre? Forano a un système de convoyeurs répondant à toutes vos exigences, même si elles sont tout à fait spéciales. Les experts Forano fabriqueront pour vous un système de convoyeurs conçu spécialement pour répondre aux besoins de votre entreprise.

Décrivez votre problème aux techniciens Forano. Vous verrez alors leur équipe se mettre à l'œuvre. Les dessinateurs Forano vous recommanderont un système vraiment approprié, selon la matière à transporter. Et les convoyeurs Forano augmentent considérablement la production tout en diminuant le coût d'opération.

Profitez d'une compagnie qui possède près d'un siècle d'expérience, dans le domaine de la manutention de matériaux en vrac. Forano fabrique 30 genres de rouleaux-transporteurs pour des courroies de 11 largeurs différentes, allant de 14 à 60 pouces.

Consultez les spécialistes de Forano Limitée, Bureau-Chef et ateliers: Plessisville, P.Q., Bureaux de ventes: Montréal, Halifax, Toronto, Vancouver.

FORANO
LIMITÉE

MANUTENTION DE MATÉRIAUX. TRANSMISSION MÉCANIQUE DE POUVOIR. DESSINATEURS ET FABRICANTS DEPUIS 1873

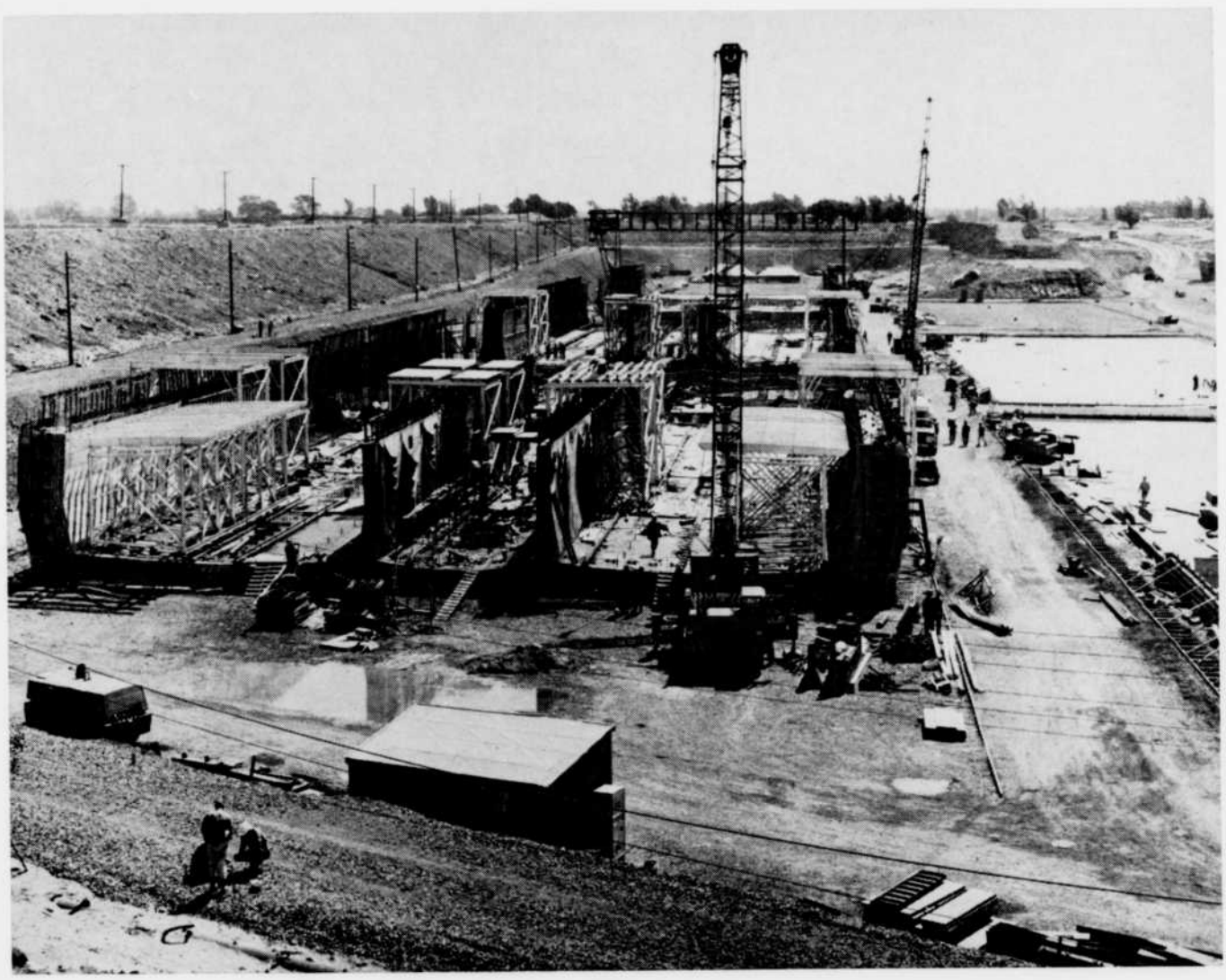
Un autre projet FORM-LOK

Mise à pied d'oeuvre de coffrages FORM-LOK au chantier du TUNNEL LAFONTAINE à BOUCHERVILLE, Qué.

Réalisation du consortium de construction :
Atlas-Winston-Janin, de Montréal

Ingénieurs-Conseils :
Société d'Ingénieurs-Conseils de Boucherville

Notre photo représente la première de sept sections qui seront construites en cale-sèche à l'aide d'un coffrage spécial conçu par la firme Canadian Formwork Ltée. Une fois coulée, chaque section sera mise en flottation, puis immergée dans une fondation préalablement draguée.

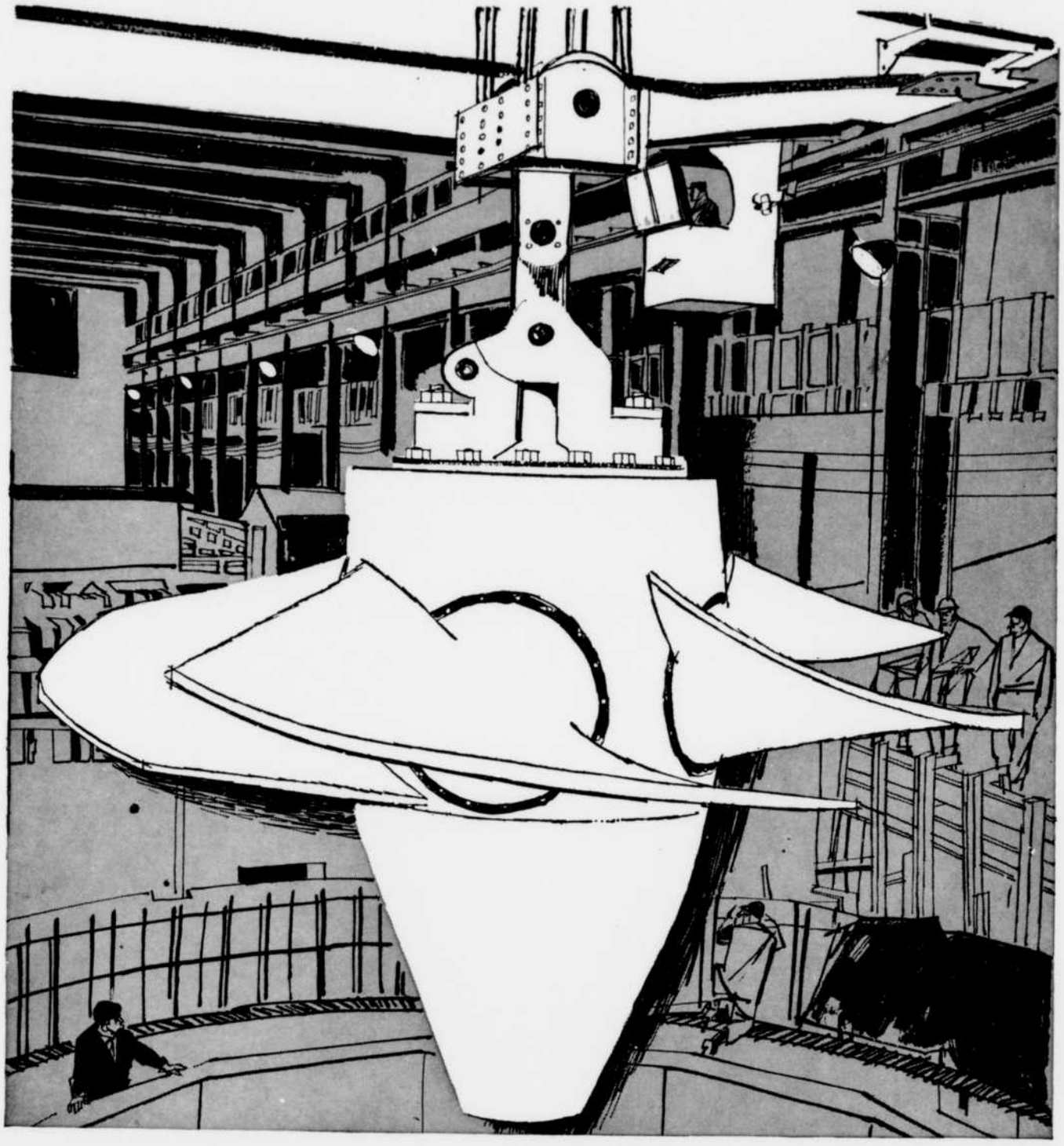


CANADIAN FORMWORK LIMITÉE

À L'ŒUVRE AU QUÉBEC

INGÉNIEURS DE L'ENTREPRENEUR
Division de Construction de Francis Hughes & Associés Inc.
4850, Amiens, Montréal Nord, Qué., DAniel 2-4220

VENTE OU LOCATION : Système de panneaux "FORM-LOK" / Coffrages spéciaux / Barres d'attache / Ancrages • *Écrivez pour documentation*



Trois raisons majeures d'acheter chez Dominion Engineering

Expérience — Celle de Dominion est sans égale au Canada en ce qui concerne la construction de turbines, presses, rouleaux, transmissions, valves, machines à papier, excavatrices, laminoirs, outillage minier, etc.

Équipement — Dominion met à votre disposition des ateliers qui sont parmi les plus vastes et les mieux outillés de tout le Canada.

Service de A à Z: recherches, conception, mise en oeuvre, construction et installation.

Service, équipement et expérience : voilà qui définit bien Dominion.

DOMINION ENGINEERING WORKS LIMITED

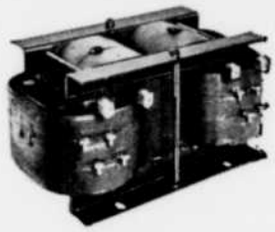
P.B. 220, MONTRÉAL, P.Q. / TORONTO / VANCOUVER

HAMMOND

MONTAGES DE NOYAUX ET DE BOBINES À TRANSFORMATEUR POUR LE FABRICANT

Transformateurs spéciaux de **courant et de tension** — On voit ici un T.C., 500/5A., 200 V.A., 60 H.

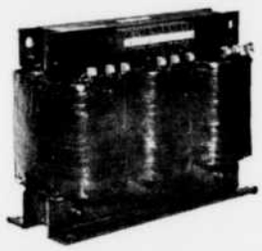
Réactances spéciales, **C.A.** ou **C.C.** pour filtres de bloc d'alimentation et pour tout circuit de commande ou de contrôle — inductance variée pour des courants jusqu'à 200 A. — On voit ici un modèle pour fort courant continu.



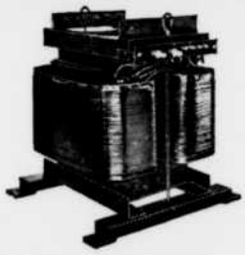
Réactances spéciales autosaturables pour amplificateurs magnétiques — pour **régulateurs de courant et de tension.** — On voit ici un modèle 5 K.V.A.

Transformateurs spéciaux pour **soudure** ou **brasure.** — On voit ici un modèle primaire à prises multiples.

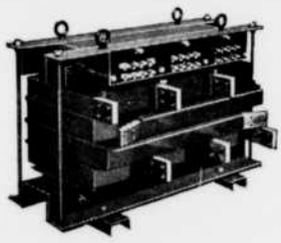
Transformateurs spéciaux à **haute réactance** pour redresseurs. — On voit ici un modèle 5 K.V.A., 3 phases.



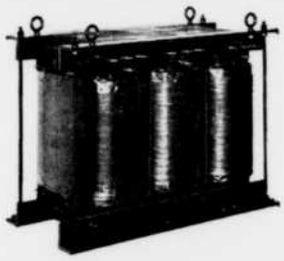
Transformateurs spéciaux de puissance avec **enroulement en zig-zag.** — On voit ici un modèle 10 K.V.A., 6 phases.



Réactances spéciales **saturables** pour contrôle continu de la puissance en C.A. jusqu'à 150 K.V.A. — On voit ici un modèle 150 K.V.A.



Transformateurs spéciaux à **fort courant** pour redresseurs, monophasés ou polyphasés. — On voit ici un 100 K.V.A.



Transformateurs spéciaux de contrôle, triphasés, **25 cycles.** — On voit ici un 100 K.V.A.

● Une vaste expérience, découlant de l'étude et de la production de plus de 64,000 modèles individuels, permet à Hammond de livrer au fabricant une gamme de modèles de transformateurs conformes à vos devis. Nous vous invitons à nous soumettre vos problèmes particuliers.

ACHETEZ LES PRODUITS CANADIENS
BÉNÉFICIEZ DE L'EXPÉRIENCE DE HAMMOND

HAMMOND MANUFACTURING CO. LTD.

HAMMOND
TRANSFORMATEURS AU FABRICANT

Distributeurs autorisés pour tout le Canada des articles du catalogue Hammond.

GUELPH, ONTARIO

COUP D'OEIL SUR LA TECHNOLOGIE

Fonderie

La tendance générale qui marque tout au long cette revue rapide des nouveaux aspects de la fonderie est celle-ci : la fonderie, de véritable art qu'elle était, se transforme en une science et demain sera une technique à la portée de beaucoup d'entreprises.

Ceci a déjà provoqué la disparition de plusieurs petites fonderies non intégrées et continuera de le faire. Ce n'est pas par la faute des grandes fonderies que les petites disparaissent mais bien parce que les techniques de fonderie se banalisent au point d'être à la portée de tout atelier capable de réaliser, par usinage, des modèles même très complexes. Ainsi, les modèles pouvant être réalisés par la méthode du "polyuréthane perdu" (par analogie avec la méthode à la ure perdue) sont très facilement usinables (avec une très grande précision), formables à la main (avec une scie, une lime, etc . . .) et sont donc à la portée de tout ajusteur et non plus d'un mouleur . . .

Dans l'équipement de fusion, nous croyons pouvoir dégager les tendances suivantes :

Les fours de fusion deviennent soit de plus en plus importants, soit de plus en plus petits. La tendance générale est au chauffage à l'huile ou au gaz.

Pour les installations importantes, dans les fonderies "intégrées", on prévoit des collecteurs basculants capables de réchauffer le métal provenant du cubilot ou du four électrique sans augmentation de la teneur en soufre.

Pour les petites fonderies à marche continue, on a mis au point des fours d'une capacité de 1.5 tonne à l'heure d'une extraordinaire facilité, précision et souplesse de réglage.

Les fours à tambour rotatifs pour la fonderie de fonte s'imposeront certainement surtout à cause du prix de revient de tels fours par rapport aux installations classiques d'élaboration des fontes (four électrique ou cubilot à vent chaud à revêtement basique.) Ces fours permettent l'élaboration d'aciers alliés austénitiques du fait de leur température de fusion élevée.

Toutefois il faut signaler les progrès des fours électriques chauffés par induction. Ils existent en tous types et en toutes capacités. Il existe des fours à creuset à induction d'une capacité de cinq tonnes et d'une puissance de 5 kw avec un temps de fusion d'environ 60 minutes, comme aussi des fours à induction à hotte, fondant 40 kg d'aluminium en 15 minutes, des fours à fréquence moyenne avec creuset en graphite fondant 3 kg d'or en 5 minutes, etc . . .

En ce qui a trait au moulage et au noyautage, la mécanisation devient de plus en plus poussée. Nous ne faisons même pas allusion aux lignes automatisées de moulage à haut rendement, bien connues maintenant des spécialistes, mais surtout à l'emploi des moules et noyaux réalisés sans cuisson — procédé employant comme liant une résine de furane durcie par un catalyseur.

Dans le domaine du moulage à la cire perdue, et en particulier du point de vue de celui qui veut en connaître les possibilités pour prévoir la réalisation de pièces précises, la lecture du document publié par E. G. Donaldson dans "Engineer's Digest", décembre 1962, p. 91 à 123, est à ne pas manquer. L'avantage essentiel du moulage à la cire perdue est de supprimer le plan de joint du moule classique en deux parties.

L'ébarbage, c'est, sans jeu de mot, la partie des techniques de la fonderie la plus susceptible de causer des ennuis. Ne serait-ce que du fait du dépoussiérage de plus en plus poussé qu'exigent à la fois la législation du travail et les ennuis que le dépôt de poussières peut causer. Dans le cas des travaux effectués avec meuleuse manuelle, il faut noter le développement de l'aspiration des poussières par un dispositif monté sur la meuleuse elle-même, grâce à un vide partiel qui réduit au minimum la quantité d'air aspiré.

Enfin les problèmes de rentabilité deviennent d'une importance capitale à la fois du fait de la concurrence d'autres méthodes d'obtention de pièces (soudage notamment et aussi formage et métallurgie des poudres) et du fait des investissements de plus en plus élevés exigés par la mécanisation et l'automation croissante des équipements. Dans le domaine des calculs des prix de revient en fonderie le lecteur lira avec fruit le document suivant : "Manuel élémentaire d'utilisation pratique des méthodes statistiques à l'usage des ingénieurs et techniciens de fonderie" par J. Gelain, 291 pages, Editions Techniques des Industries de la Fonderie, Paris, 1960.

Bibliographie

— Cédotine — *Atelier et Techniques* 1964 — septembre 1963.

— "La fusion de la fonte dans les fours électriques à arc et dans les fours électriques à induction". M. Marincek, *Modern Castings* — Décembre 1962, p. 99 — 108.

— "Les nouveaux liants au fur fural(ou furfurane) réduisent le prix de revient des noyaux" — *Modern Castings* — Janvier 1961.

— "Possibilités techniques normales et développements récents des alliages de zinc en fonderie" R. Lebre — *Ingénieurs et Techniciens* — Avril et mai 1963.

— Compte rendu des communications présentées au 67ème congrès de l'American Foundry Society — *Modern Castings* — Juin 1963.

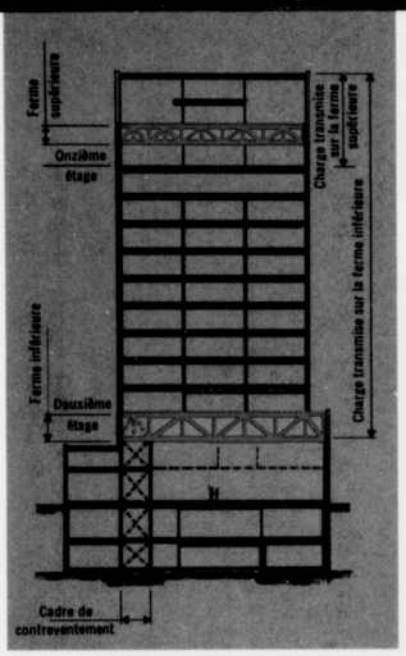
— Innovation en technologie de la fonderie — Recherche et Expérimentation aux U.S.A. — *Foundry Trade Journal* — Janvier et février 1961.

— Nouvelle méthode de désulfurisation des fontes et son application dans l'industrie — *Fonderie* — Avril 1963, p. 119-136.

Architectes : Marani, Morris and Allan ; Ingénieurs-conseils : C.D. Carruthers and Wallace Consultants Ltd., Keith Associates Ltd. ; Entrepreneurs généraux : V.K. Mason Construction Ltd. ; Fabrication : Canadian Bridge Company Limited ; Constructeur : Canada Iron Foundries Limited.

L'acier rend possibles toutes les audaces architecturales

Le nouvel immeuble de la Banque Royale situé dans la rue King, O., à Toronto s'élève à 205 pieds: il représente le mariage heureux de la beauté et de l'efficacité. La charpente en acier comporte deux gigantesques fermes en acier—l'une qui se trouve près du sommet (voir illustration ci-dessus), l'autre au deuxième étage. □ Le onzième étage est suspendu aux fermes supérieures. On obtient ainsi le support nécessaire pour les installations de chauffage, de climatisation et tout autre équipement lourd. Ces mêmes fermes permettent d'éliminer les colonnes du dixième étage et d'avoir une aire complètement dégagée. □ Le poids des huit premiers étages est supporté par huit immenses fermes dont chacune pèse de 70 à 100 tonnes. Ces fermes permettent d'éliminer complètement les poteaux du rez-de-chaussée où les services de la banque occupent une superficie légèrement inférieure à un demi-acre. L'ensemble donnera une impression d'ampleur et d'espace; à quoi s'ajoutera la flexibilité nécessaire à la disposition la plus avantageuse des services bancaires destinés au public. □ Voici donc la preuve, une fois encore, que l'acier reste, avec le temps, le matériau de construction le plus moderne. Spécifications, méthodes et techniques nouvelles permettent ainsi aux architectes de se servir de l'acier pour exprimer toutes les audaces de leur art.



THE **ALGOMA STEEL** CORPORATION, LIMITED

SAULT-SAINTE-MARIE, ONTARIO • BUREAUX DE VENTE RÉGIONAUX À SAINT JOHN, MONTRÉAL, TORONTO, HAMILTON, WINDSOR, WINNIPEG, VANCOUVER

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE

SERVICE DE L'EXTENSION DE L'ENSEIGNEMENT

Liste des cours du soir — Session 1964-65

TITRES DES COURS	Enseignement Heures	et Jour	Frais des cours
Évaluation foncière	40	mercredi	$50.00
* Contrôle de la qualité des produits industriels par la méthode statistique	50	mardi	$35.00
* Statistiques industrielles IV	40	mardi	$35.00
Manutention des matériaux	30	jeudi	$35.00
* Entreposage	30	lundi	$35.00
Béton précontraint	50	mardi	$60.00
Résistance des matériaux	35	mardi	$40.00
Théorie de la plasticité appliquée aux constructions	30	lundi	$35.00
* Charpentes	25	lundi	$30.00
Constructions métalliques	50	jeudi	$60.00
Éléments de constructions en béton armé	40	mercredi	$50.00
Arpentage	50	jeudi	$60.00
Photogrammétrie	50	mardi	$60.00
Astronomie géodésique	40	jeudi	$50.00
Technique routière I	40	mercredi	$50.00
* Technique routière III	40	lundi	$50.00
Principes de chauffage	25	lundi	$30.00
* Ventilation et air climatisé	25	lundi	$30.00
Éléments de la thermodynamique	25	mardi	$30.00
* Réfrigération	25	mardi	$30.00
Mécanique	40	mercredi	$50.00
Calculs d'éléments de machines I	40	mardi	$50.00
Calculs d'éléments de machines II	40	jeudi	$50.00
Dynamique des machines	40	mercredi	$50.00
Dessin industriel I	50	mardi	$60.00
Dessin industriel II	50	jeudi	$60.00
Simplification du travail industriel	50	et lundi jeudi	$60.00
Éléments de la dynamique des gaz	50	lundi	$60.00
Introduction mathématique à l'aérodynamique	50	jeudi	$60.00
Analyse des circuits linéaires	50	jeudi	$60.00
Théorie des communications et de l'information	50	mardi	$60.00
Analyse des systèmes électromécaniques	50	lundi	$60.00
Technique des mesures en ultra haute fréquence	40	jeudi	$50.00
Principes d'automatisme	50	mardi	$60.00
Programmation des calculatrices électroniques	40	mardi	$50.00
Programmation avancée des calculatrices électroniques	40	jeudi	$50.00
Méthodes de calcul analogique	25	lundi	$30.00
Instrumentation électronique	50	mercredi	$60.00
Les mathématiques de l'électronique I	50	mardi	$60.00
Les mathématiques de l'électronique II	50	mardi	$60.00
Introduction à la physique des semi-conducteurs	40	jeudi	$50.00
Éléments de la combustion	40	lundi	$50.00
Principes de combustion	40	mardi	$50.00
Contrôle automatique	35	mercredi	$40.00
Galvanoplastie I	30	—	$45.00
Principes de métallurgie	50	—	$70.00
Principes de traitements thermiques	50	—	$70.00
Mécanique théorique des roches	20	mardi	$25.00
Diffraction et spectrofluorescence des rayons X	40	mercredi	$50.00
La radioactivité et ses applications	50	jeudi	$60.00

* Les cours commencent durant la semaine du 5 octobre sauf ceux marqués d'un astérisque (*) dont le début est plus tard.

Les cours sont généralement professés de 7:30 à 10:00 heures du soir.

Les examens sont facultatifs et ont lieu dans la semaine qui suit la fin des cours.

Les cours sont suspendus pour trois semaines à partir du 18 décembre 1964; ils reprennent le 11 janvier 1965.

Des renseignements plus complets sont contenus dans le prospectus des cours du soir — Faites-en la demande à

ÉCOLE POLYTECHNIQUE

2500, ave Marie-Guyard, Montréal 26 — Tél. 739-2451

Récentes réalisations en béton armé

LE PAVILLON EASTMAN KODAK

à la Foire Internationale de New-York

La construction des bâtiments de la Foire Internationale de New-York 1964 a permis aux ingénieurs de réaliser des ouvrages d'un caractère nouveau en mettant en jeu tous leurs talents créateurs.

A cette occasion, les architectes et les ingénieurs ont essayé de s'éloigner des types classiques de construction et ont réalisé bon nombre d'ouvrages en béton armé très intéressants du point de vue structural.

Parmi ces ouvrages, l'un des plus remarquables est celui du Pavillon Eastman Kodak. Le toit du bâtiment principal a un caractère tout à fait original. Il est formé d'un voile mince, ayant en plan approximativement la forme d'un trapézoïde de 360 pieds de longueur et d'une largeur variant de 75 à 180 pieds (fig. 1). L'originalité de ce voile est qu'il n'a aucune forme géométrique ayant des ondulations complètement arbitraires. En plus, le voile est percé d'ouvertures, variant de 16 à 90 pieds de diamètre. Le voile est supporté sur un côté par des colonnes en béton en forme de champignons, espacées de 110 pieds, sur l'autre côté par des arches de 30 pieds de portée.

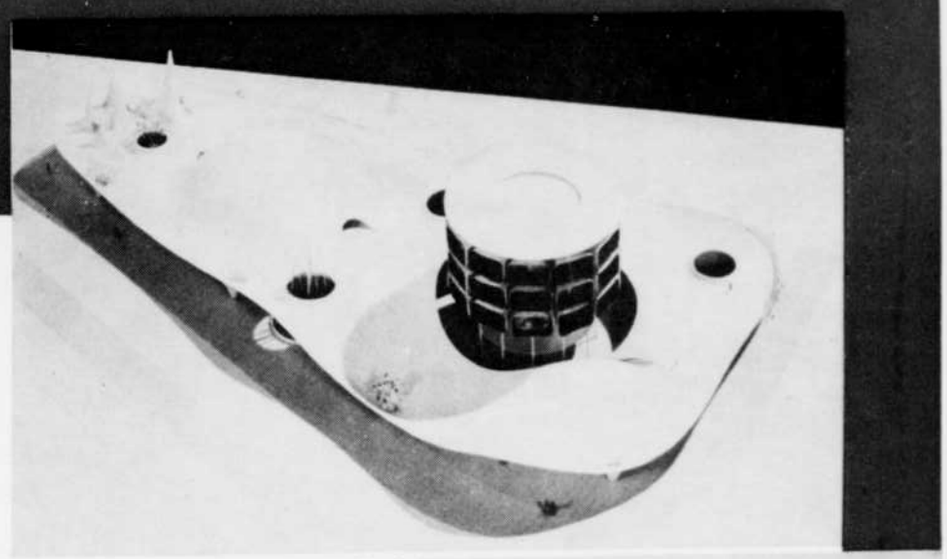


Fig. 1

Fig. 2

Le voile a une épaisseur variant de 6 pouces sur le bord à 14 pouces sur les supports et a été exécuté en béton léger ayant une résistance de 5000 lbs/po.^{2}. La fig. 2 est une vue prise durant l'exécution, où l'on voit les colonnes-champignons et la forme ondulée du voile. Dans la fig. 3 est montrée une vue générale de l'ouvrage terminé.

L'élaboration du projet de ce voile très original a posé de nombreux problèmes aux ingénieurs. A cause de sa forme irrégulière, les équations générales des voiles n'étaient pas applicables. C'est pourquoi on a usé d'une combinaison de calculs mathématiques et d'essais sur modèle.

Le modèle a été confectionné en plastique acrylique, à l'échelle de 1/64. Sur ce modèle, on a mesuré les efforts et les déformations à l'aide d'environ 500 appareils de mesure. Ainsi, on a pu déterminer la direction et la grandeur des efforts sur toute la surface du voile. Les armatures ont pu être alors placées dans la direction des efforts intérieurs de traction.

Pour diminuer l'effet du retrait, le voile a été coulé en quatre tronçons séparés par une bande de 3 pieds de large (fig. 4). Les armatures étaient interrompues et chevauchées dans cette bande qui a été remplie 28 jours après la coulée du voile.

Fig. 4

Fig. 3

Après décoffrage, on a mesuré les déflections qu'on a trouvées de l'ordre de celles prédites par les essais sur modèle et on n'a remarqué aucune fissure. Le projet de ce remarquable ouvrage est l'oeuvre du bureau d'ingénieurs Lev Zetlin & Associés de New-York qui a élaboré une dizaine de projets pour la Foire Internationale. Les architectes ont été Kahn & Jacobs de New-York et le béton a été exécuté par Corbetta Construction Co. et Pavarine Construction Co. de New-York.

La série "RÉALISATIONS EN BÉTON" est présentée par

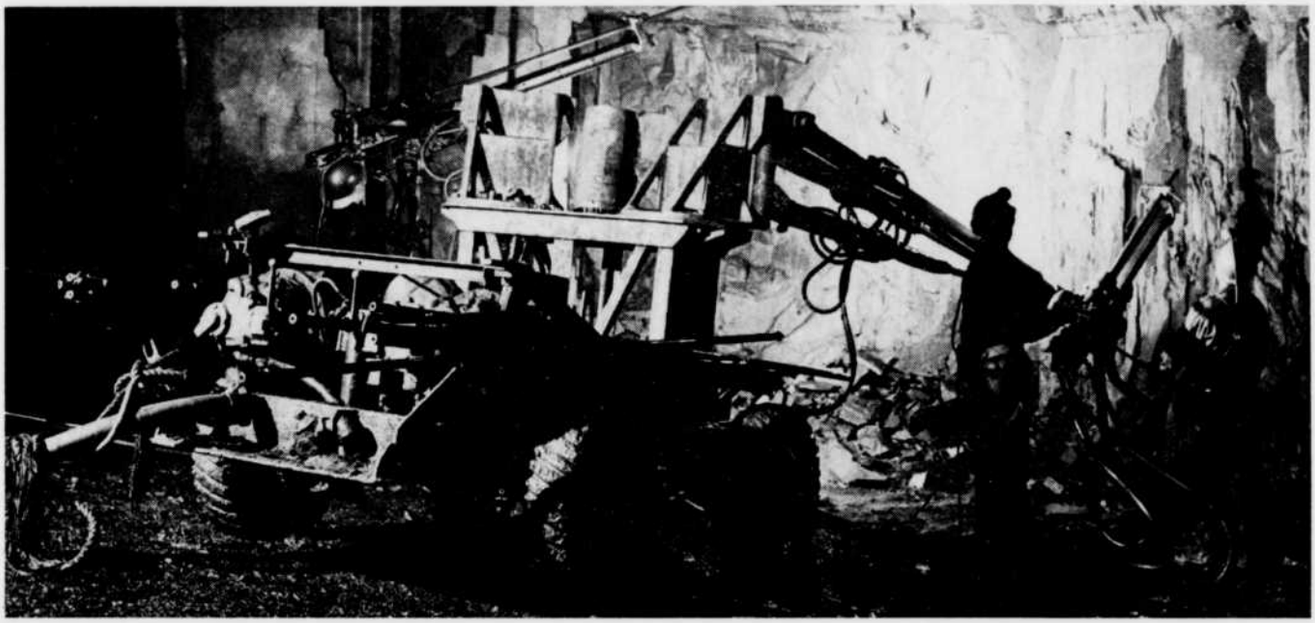
LES CIMENTS DU ST-LAURENT

ST. LAWRENCE CEMENT — CIMENTS DU ST-LAURENT

Usines et stations de distribution à: QUÉBEC - MONTRÉAL - OTTAWA - CLARKSON - LONDON - FORT-WILLIAM

L'industrie du minerai de fer connaît une expansion spectaculaire au Canada

par *JEAN-PAUL DROLET*



Travaux souterrains à la mine de fer Wabana située sur l'île Bell à Terre-Neuve. Les gisements d'hématite et de chamosite s'étendent sous les eaux de la Baie Conception. Le minerai y est légèrement concentré avant son expédition.

Bien que le but de cet article ne soit pas de présenter une revue de l'industrie minière canadienne, il est peut-être bon de rappeler quelques chiffres de production afin de mettre en lumière les progrès de cette industrie et d'en discerner les justes perspectives. Il sera alors plus facile de faire des comparaisons et d'apprécier les progrès réels accomplis au cours des dernières années. On trouvera des chiffres plus détaillés dans l'Annuaire du Canada, 1963-64, publié par le Bureau fédéral de la Statistique.

La valeur de la production minière au Canada en 1963 est évaluée à près de $3,000,000,000 (trois milliards), dont 50% pour les métaux (dont les principaux sont le nickel, le fer, le cuivre, l'or, l'uranium et le zinc), 30% pour les combustibles (principalement le gaz naturel et le pétrole), et 20% pour les minéraux industriels (principalement l'amiante). La valeur de la production minière des provinces d'Ontario, d'Alberta et de Québec compte plus des deux tiers de la valeur totale des minéraux produits au Canada.

Parmi les pays du monde libre, le Canada occupe présentement le premier rang pour quatre substances minérales, savoir : l'amiante, la syénite à néphéline, le nickel et le platine, tandis qu'il est au deuxième rang pour huit autres. Se basant sur la tendance manifestée au cours des dernières années, la valeur de la production minérale devrait s'accroître de 4 à 5 pour cent au cours de 1964 pour atteindre un total de $3.1 milliards. Il est à prévoir des gains dans la production du pétrole, du nickel, du cuivre, du zinc, du soufre, de la potasse, alors qu'on aura des baisses pour l'uranium et l'or. La production des substances minérales servant comme matériaux de construction devrait progresser au même taux que l'expansion industrielle du pays qui est aussi de l'ordre de 4 à 5 pour cent.

La valeur de la production minière du Canada devrait atteindre quatre milliards de dollars vers 1970 dont 47% pour les métaux, 31% pour les combustibles et 22% pour les non métalliques et les matériaux de construction.

En plus des perspectives de production accrue, il est probable que

l'industrie minière continuera de *compter pour plus du tiers des exportations canadiennes* et pour environ la moitié de toutes les exportations de produits bruts et semi-ouvrés. Cette situation particulière rend le Canada très sensible à ses marchés extérieurs, car plus du quart du revenu national de notre pays provient des exportations. L'accès aux marchés étrangers, notamment ceux des Etats-Unis, revêt donc une importance vitale non seulement pour l'industrie minière, mais pour le bien-être de l'économie générale du pays.

Dans le cas particulier du commerce des minéraux, de nombreux facteurs échappent au contrôle du Canada ou des producteurs canadiens. Le volume des ventes de métaux et autres substances minérales est conditionné par les tendances économiques et l'expansion industrielle des pays consommateurs. Ces conditions sont modifiées dans une certaine mesure par les efforts de certains pays qui visent à restreindre les importations de métal affiné, mais n'en demeurent pas moins d'excellents débouchés pour nos concentrés et nos concentrés semi-ouvrés. Les ventes sont aussi sujettes à la politique tarifaire et aux quotas d'importation imposés en vue de protéger la production domestique en évitant ainsi de susciter de graves problèmes sociaux dus au chômage qui résulterait de la fermeture d'entreprises minières et d'usines de transformation.

Les alliances commerciales entre certains pays imposant des droits douaniers communs sur les minéraux et métaux, les accords internationaux au moyen desquels on tente d'établir un équilibre entre la production et la consommation, les ventes à perte de certains produits miniers par des pays producteurs en vue d'augmenter leurs réserves de devises étrangères, et enfin les moyens artificiels de contingentement des importations — voilà autant de facteurs qui influent de diverses façons sur les marchés et les prix de minéraux.

Fort heureusement, ni le Canada ni aucun des pays avec lesquels le Canada fait des échanges commerciaux, ne maintient *de barrière tarifaire sur le minerai de fer.* L'on peut cependant rappeler qu'en ce qui a trait à notre principal marché, celui des Etats-Unis, la Commission tarifaire de ce pays a déclaré, après avoir tenu des audiences publiques sur la concurrence des producteurs et sur les importations de minerai de fer, que ces importations n'entravaient pas gravement l'industrie domestique américaine du fer. Bien que divers comités sénatoriaux aient été pressés de prendre des mesures restrictives contre ces importations, il n'y a pas lieu de s'alarmer, mais il n'en reste pas moins vrai que les producteurs canadiens doivent être avertis de la situation.

Tendances de la production

Les premières exploitations de minerai de fer au Canada remontent aux premiers temps de la colonie, soit au 17e siècle. Jusque vers 1900, le Québec, la Nouvelle-Ecosse et l'Ontario possédaient de nombreuses forges et petits hauts fourneaux qui s'alimentaient à des gîtes locaux de minerai à basse teneur dont les réserves étaient d'ailleurs très limitées. Sauf dans quelques cas, ces installations ne furent pas longtemps en exploitation et, au début du vingtième siècle, aucune d'elles ne subsistait. Après 1895, on érigea des usines sidérurgiques à Sydney, en Nouvelle-Ecosse, ainsi qu'à Hamilton et Sault-Sainte-Marie en Ontario. C'est ainsi que naquit l'industrie canadienne des produits primaires du fer et de l'acier. Malgré d'importantes subventions accordées par l'État, les gîtes de fer alors connus au Canada s'épuisèrent ou devinrent inexploitables pour diverses raisons d'ordre économique et technique. En conséquence, les hauts fourneaux ontariens commencèrent à utiliser des minerais d'hématite beaucoup moins coûteux qui provenaient de la région du lac Supérieur, aux États-Unis. De leur côté, les usines de la Nouvelle-Écosse recevaient la plus grande partie de leurs approvisionnements des mines de Terre-Neuve. Ce mode traditionnel de commerce du minerai de fer entre les mines américaines et la région industrielle de l'Ontario subsiste encore aujourd'hui, mais comme les minerais canadiens sont devenus disponibles en très grandes quantités au cours des dernières années, nos aciéries utilisent plus de notre minerai et moins de minerai importé. L'on peut noter cependant que le volume annuel de minerai importé des États-Unis n'a jamais été aussi élevé : depuis quelques années, il dépasse annuellement quatre millions de tonnes.

La réouverture, en 1939, de la mine Helen par l'Algoma Ore Properties Division, marqua le début de l'ère moderne de l'extraction du minerai de fer au Canada. De 1939 à 1949, on exploitait uniquement des mines situées dans la partie canadienne de la région du lac Supérieur. Lors de l'entrée de Terre-Neuve dans la Confédération canadienne en 1949, on tint compte, pour la première fois, des expéditions de minerai de Wabana Mines dans les chiffres de la production globale du pays.

Bien que les travaux entrepris avant les années 1950 avaient certes leur importance, les progrès accomplis depuis cette date ont été saisissants (Fig. 1). Au cours des quinze dernières années, la demande accrue, les nouveaux gîtes découverts, les progrès technologiques et les capitaux immenses investis ont abouti à la mise sur pied d'une industrie colossale dont la production, en 1963, malgré une concurrence accrue dans le monde, a atteint *près de 27 millions de tonnes,* alors qu'en 1950 elle était à peine de trois millions. (Partout dans le texte, il s'agit de tonnes fortes, de 2240 livres.) Le Canada *occupe maintenant le cinquième rang parmi*

PRODUCTION PRÉVUE DE MINERAI DE FER

JUSQU'EN 1970

(MILLIONS DE TONNES FORTES)

	BAS	HAUT	MÉDIAN
1964	28	34	32
1965	34	40	37
1970	40	50	45

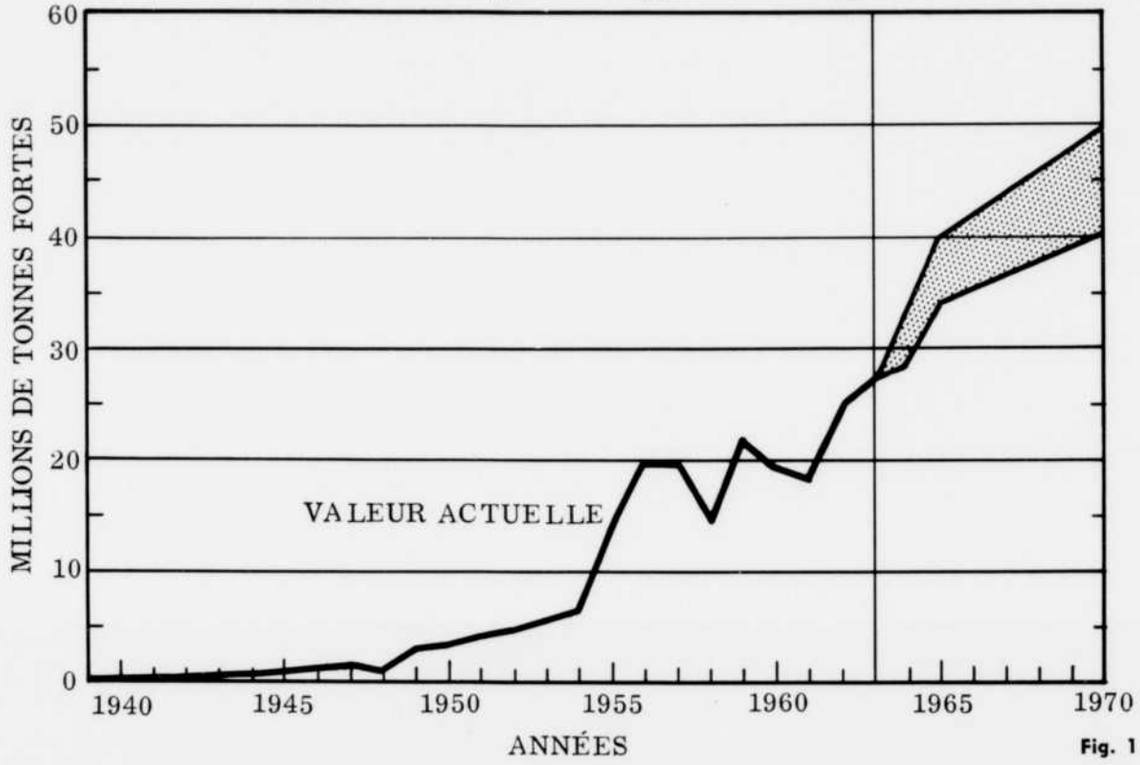


Fig. 1

les pays producteurs de minerai de fer (après l'URSS, les E.-U., la France et la Chine), et vient au *premier rang parmi les pays exportateurs,* bien qu'il n'ait commencé à exporter du minerai il y a dix ans à peine. On prévoit qu'en 1965 la production atteindra 40 millions de tonnes par an, dont quelque 16 millions sous forme de boulettes (pellets) et plus de 11 millions sous forme de concentrés à haute teneur en fer; le tout produit à partir de minerais à basse teneur. Le rendement au cours de 1966 dépassera 45 millions de tonnes, due à une augmentation sensible dans la production des boulettes. Il est à noter cependant qu'on peut s'attendre d'ici deux ou trois ans à une diminution d'environ 500,000 tonnes dans la production du minerai à teneur moyenne du type "direct shipping". Les mines exploitant ce genre de minerai auront tout de même un rendement dépassant 13 millions de tonnes.

La tendance actuelle vise de plus en plus à l'enrichissement de ces minerais à teneur moyenne afin de produire des minerais plus riches sous forme de concentrés ou agglomérés en boulettes, d'une teneur de l'ordre de 65% en fer.

L'impulsion donnée à l'industrie du minerai de fer au Canada s'explique par l'inquiétude ressentie aux États-Unis après la deuxième guerre mondiale et, plus tard, à un degré moindre, au Japon et dans les pays de l'Europe occidentale, au sujet de l'insuffisance des réserves connues de minerai. C'est pourquoi les aciéries américaines et d'importants commerçants de minerai entreprirent des recherches dans le monde entier en vue de trouver de nouveaux gîtes de minerai à haute teneur du type "direct shipping". L'on entreprit en même temps des recherches poussées sur l'enrichissement des minerais plus pauvres. Les deux programmes de recherches furent couronnés de succès et résultèrent dans l'investissement de capitaux énormes ainsi que la découverte de techniques nouvelles qui furent immédiatement mises en oeuvre au Canada. La participation financière des consommateurs américains, en plus de diminuer les risques financiers inhérents à de telles entreprises, assurèrent du même coup une

large part du marché des aciéries américaines pour le minerai canadien. Ce haut degré d'intégration entre les producteurs et les consommateurs a tourné à l'avantage de notre industrie au cours des dernières années, vu l'encombrement des marchés mondiaux pour le minerai de fer. Du même coup, les consommateurs purent réaliser de grandes économies en employant des minerais à haute teneur en fer ou concentrés possédant des propriétés chimiques et physiques uniformes. Il en est résulté une tendance à la baisse dans les prix sur les marchés mondiaux et une diminution des ventes de minerai à plus faible teneur, particulièrement dans le cas des entreprises minières produisant pour les marchés extérieurs (non captive mines).

Développements régionaux

Du point de vue de l'industrie du minerai de fer, on peut diviser le Canada en *cinq régions* géographiques distinctes. Malgré plusieurs caractères communs, chaque région présente des différences marquées en ce qui a trait à la qualité des minerais produits, aux marchés desservis et au taux d'accroissement de la production. Les progrès réalisés depuis 1950 sont analysés dans les chapîtres suivants.

1 — Région de Terre-Neuve

Cette région comprend l'île de Terre-Neuve, mais, pour les fins de la présente étude, exclut la Côte du Labrador sur le continent. Le seul exploitant est *Wabana Mines Division* de la Dominion Steel and Coal Corporation, Limited. Les premières expéditions de minerai datent de 1895. Depuis lors, les mines de Wabana ont été la source principale du minerai destiné aux hauts fourneaux de Dosco à Sydney (Nouvelle-Écosse). L'hématite à grain fin, extraite en gros blocs, a une teneur moyenne de 48 pour cent en fer et de 0.7 à 0.9 pour cent en phosphore. Le gisement est d'origine sédimentaire et se prolonge dans la baie sous le littoral. L'exploitation souterraine de la mine est faite par le système de chambres d'abattage et de piliers. Une fois classé par grosseur, le minerai est légèrement valorisé (fer à 50.5%, silice à 12.5%) dans un atelier de flottation et expédié directement à Sydney ou vers les marchés d'Europe. Certains minéraliers océaniques ont pris des chargements qui atteignaient jusqu'à 23,000 tonnes de minerai.

Marché : Depuis 1950, le volume des expéditions a augmenté constamment jusqu'à un sommet de 2,800,000 tonnes en 1960. Depuis lors, les expéditions ont baissé en flèche pour n'être plus que de 1.1 million de tonnes en 1963. Cette baisse s'explique par la perte des marchés en Europe occidentale, où s'écoulait une grande partie du minerai. La vive concurrence des producteurs européens de minerais à plus haute teneur ainsi que la diminution de l'emploi de minerais phosphorés à teneur moyenne sont les causes principales de cette diminution. La gangue et le minerai de fer étant intimement associés, le minerai de Wabana ne peut être enrichi que très difficilement par les procédés actuellement connus. On fait présentement des études afin de trouver un moyen qui permettrait aux aciéries de Sydney d'utiliser de plus grandes quantités du minerai fin de Wabana. Au cours de 1963, Dosco a absorbé environ 50 pour cent de la production de Wabana, alors que le reste a été expédié en Grande-Bretagne, en Belgique et de faibles quantités en Italie, en Hollande et en Allemagne de l'Ouest. Aucune vente n'a été faite sur le marché américain.

Il est bien évident que cette baisse dans la production inquiète fort et les producteurs de cette région et les gouvernements provincial et fédéral.

2 — Région du Québec-Labrador

Deux sociétés minières y exploitent présentement trois mines alors qu'une autre procède à la mise en valeur de nouveaux gisements en vue de la production qui doit débuter au cours de l'année prochaine. C'est l'*Iron Ore Company of Canada,* qui en 1954, commença l'extraction, près de Schefferville, du minerai de teneur moyenne (52-54% fer) destiné à l'expédition directe. Le minerai provient de

Vue générale des aciéries de Dominion Steel and Coal Corporation à Sydney, Nouvelle-Écosse. La plus grande partie du minerai de fer employé provient des mines Wabana. Le charbon employé provient en partie des gisements de la Nouvelle-Écosse et est en partie importé. Le calcaire est extrait des carrières situées à Aguathana, à l'extrémité sud-ouest de l'île de Terre-Neuve.

Les gisements ferrifères de Steep Rock Mines Ltd. (Premium Iron Ores Ltd., The Cleveland-Cliffs Iron Co., et autres) sont situés dans le lit du lac Steep Rock, à quelques milles au nord de la ville de Atikokan, à environ 142 milles à l'ouest de Fort William et de Port Arthur. On y extrait des minerais de géothite et d'hématite de mines à ciel ouvert et de travaux souterrains.

plusieurs gisements plus ou moins contigus qui sont exploités par des méthodes à ciel ouvert. Le minerai extrait est transporté par chemin de fer, sur une distance de 357 milles, jusqu'à Sept-Iles (Québec), où il est emmagasiné en vue du chargement à bord des minéraliers. La société a installé à Sept-Iles en 1960 un séchoir rotatif d'un rendement d'environ 1,200,000 tonnes par an afin de réduire l'humidité du minerai avant son chargement. Les expéditions de minerai de Schefferville ont été de 6,753,226 tonnes fortes au cours de 1963.

En 1961, *Quebec Cartier Mining Company* a commencé l'extraction d'hématite spéculaire des gisements du Lac Jeannine, dans la partie nord du comté du Saguenay. Une usine de concentration fut aussi construite afin de traiter annuellement 20,000,000 de tonnes de minerai d'une teneur d'environ 32 pour cent en fer pour en tirer 8,000,000 de tonnes de concentrés. Les concentrés (expéditions de 6.4 millions de tonnes en 1963 en comparaison de 4.6 millions en 1962) qui contiennent environ 64.5 pour cent en fer naturel sont transportés par chemin de fer, sur une distance de 191 milles, jusqu'à Port-Cartier, où ils sont chargés à bord des minéraliers pour être transportés par le golfe St-Laurent et l'Océan Atlantique ou vers l'ouest par la voie maritime du St-Laurent, comme c'est aussi le cas pour les minerais en partance de Sept-Iles.

C'est au cours de 1962 que l'Iron Ore Company of Canada a commencé à produire du minerai extrait de ses gisements du *lac Carol* près de Labrador City. Une usine d'un rendement annuel de sept millions de tonnes produit des concentrés à partir de minerai de fer spéculaire d'une teneur moyenne de 36 pour cent. On a bâti au cours de la même année, près du concentrateur, une usine de boulettage destinée à agglomérer près de 80 pour cent des sept millions de tonnes de concentrés. La société expédie les produits, par chemin de fer, jusqu'à son port de Sept-Iles, soit une distance de 264 milles. Au cours de 1963, la production de Carol dépassa 4 millions de tonnes dont 2.21 millions en concentrés et 1.83 million en boulettes. Cette production s'ajoute aux 6.75 millions de tonnes de minerai à teneur moyenne produit à Schefferville, soit un grand total de 10.8 millions de tonnes extraites des mines de l'Iron Ore Company of Canada. À quelques milles à l'est de Labrador City, la société *Wabush Mines* a l'intention de construire pour 1965 une usine destinée à fabriquer des boulettes à haute teneur en fer. Le rendement de cette usine sera de l'ordre de six millions de tonnes de concentrés obtenus à partir de fer spéculaire d'une teneur moyenne de 36 pour cent en fer. Les concentrés seront ensuite transportés par rail jusqu'à Pointe-Noire. Après avoir été presque totalement aggloméré en boulettes, le minerai sera chargé à bord des navires, au nouveau quai de Pointe-Noire (Québec), sur la rive ouest de la baie de Sept-Iles.

Depuis les premières expéditions de minerai en 1954, la région *de Québec et du Labrador est devenue la plus importante source de minerai de fer au Canada;* elle a fourni plus de 60 pour cent de toute la production canadienne en 1963. En moins de 10 ans, la nature même de l'exploitation a changé : au lieu

de produire surtout du minerai à teneur moyenne prêt pour l'expédition (direct shipping ore), on obtient maintenant à partir du minerai à basse teneur un produit de haute qualité par concentration ainsi que par agglomération en boulettes. Ce minerai brut est généralement à grains plus gros, est plus friable et plus riche en fer que les taconites magnétiques de la région du lac Supérieur.

L'an prochain, la région Québec-Labrador pourra fournir plus de 27 millions de tonnes de minerai dont 11,500,000 tonnes de boulettes, 9,500,000 tonnes de concentrés à haute teneur et plus de 6 millions de tonnes de minerai à teneur moyenne.

Mentionnons aussi que la *Quebec Iron and Titanium Corporation* exploite des gîtes d'ilménite dans la région du lac Allard, à environ 150 milles à l'est de Sept-Iles. Depuis 1950, cette région a expédié en moyenne un million de tonnes par année. L'usine électro-métallurgique de Sorel (Québec) récupère la fonte en gueuse et des scories riches en oxyde de titane.

Marché : Tous les minerais expédiés de cette région passent par des ports situés sur la côte nord. Ils sont destinés aux marchés canadien et américain, où ils sont transportés par la voie maritime du St-Laurent, ou vers les marchés du littoral oriental de l'Amérique du Nord ou encore outremer aux aciéries de l'Europe occidentale. Notons en passant qu'il en coûte de $4.50 à $5.50 par tonne pour transporter ce minerai jusqu'aux ports du lac Érié, alors que le transport des minerais en provenance du Minnesota coûte environ $3.80 la tonne ou moins.

Les principaux acheteurs de minerai produit par la région Québec-Labrador sont les aciéries américaines qui ont investi les capitaux nécessaires à la mise en valeur des gisements et dont les sociétés minières sont des filiales canadiennes. Le marché canadien est beaucoup moins important. Dès 1965 cependant, une plus grande partie de la production de cette région sera utilisée par certaines aciéries canadiennes qui ont un intérêt financier de l'ordre de 38.5 pour cent dans Wabush Mines (23.5 pour cent pour Stelco, 15 pour cent pour Dofasco). De plus, les marchés de l'Europe occidentale reçoivent certaines quantités de minerai, et ces expéditions ont pour effet de maintenir un meilleur niveau de production. Depuis quelques années, la concurrence sur les marchés européens est très vive et l'on n'a pas encore atteint l'augmentation prévue dans les ventes outre-mer. Les nouvelles opérations à la mine Carol par l'*Iron Ore Company of Canada* ont fort heureusement remédié à la situation créée par la baisse des expéditions du minerai à teneur moyenne produit dans la région de Schefferville. De plus, si les études présentement en cours démontrent que l'enrichissement d'un tel minerai est rentable, il se peut que l'activité à Schefferville revienne au niveau d'il y a quelques années car les expéditions ont diminué de 3 millions de tonnes au cours de 1963. D'une façon générale, la région Québec-Labrador est devenue, grâce à l'ouverture de nouvelles mines et à la diversification de la production, l'un des plus importants producteurs de minerai de fer au monde.

On sait que le gouvernement du Québec étudie présentement un projet visant à l'établissement d'une industrie sidérurgique au Québec. Une telle réalisation constituerait un nouveau débouché pour les minerais canadiens et principalement pour ceux qui sont exploités dans la province. Sans vouloir présumer des conclusions de cette étude, on peut dire que l'établissement, au Québec, d'une industrie primaire du fer et de l'acier sera économiquement possible à la condition qu'on tienne compte du marché actuel et potentiel, non seulement quant aux quantités, mais surtout quant à la variété des pièces de fer et d'acier pour lesquelles on prévoit une demande plus forte dans le Québec et dans le reste du Canada.

3 — Région ouest du Québec — est de l'Ontario

Cette région est caractérisée par l'existence de trois producteurs de minerai en boulettes obtenu à partir de magnétite de basse teneur (20 à 30 pour cent en fer). En 1955, la *Marmoraton Mining Co. Ltd.* ouvrait la première usine de boulettage au Canada. La production annuelle est de l'ordre de 400,000 tonnes. En 1958, la société *The Hilton Mines* entrait en production avec son atelier de Shawville, Québec, qui peut maintenant produire près de 900,000 tonnes de boulettes par année. Elle fut bientôt suivie de *Lowphos Ore Ltd.* qui avait d'abord expédié des concentrés l'année précédente de sa mine située au nord de Capréol et termina ensuite la construction d'une usine de boulettage d'un rendement de 625,-000 tonnes en 1963. Près de Kirkland Lake en Ontario, *Jones and Laughlin Steel Corporation* a commencé la mise en valeur d'un gisement dont les expéditions de minerai débuteront à la fin de la présente année.

De plus, il y a aussi trois sociétés (*International Nickel Co., Falconbridge Nickel Mines* et *Cutler Acid Ltd.*) qui récupèrent depuis 1956 du fer comme sous-produit de minerais sulfurés obtenus au cours du traitement de minerais métalliques. Ce fer est obtenu en même temps que l'acide sulfurique et, dans certains cas, au cours de la récupération du nickel et des composés de cobalt. Bien qu'une partie de cet oxyde de fer serve à alimenter des usines de frittage, le gros du minerai de fer obtenu est aggloméré avant la mise sur le marché. Le plus important producteur est l'*International Nickel Company of Canada Ltd.* dont les opérations dans ce domaine débutèrent en 1956, avec un rendement annuel de 250,-

000 tonnes; ce chiffre a été porté à 800,000 en 1963, alors que les expéditions ont atteint 458,000 tonnes. En conséquence, la région peut actuellement produire 2,700,000 tonnes de boulettes, chiffre qui sera augmenté à 3,700,000 au cours de 1965.

Marché : Les minerais de cette région sont surtout vendus dans la région des Grands Lacs, tant aux États-Unis qu'au Canada. La plus grande partie de la production, sauf les boulettes produites par Inco, est expédiée aux aciéries qui contrôlent en tout ou en partie les mines. Les boulettes se vendent sur le marché libre et, du fait de leur grosseur et de leur haute qualité, elles peuvent être utilisées directement par les aciéries et ainsi concurrencer le minerai en gros morceaux (lump ore) de provenance canadienne ou importé d'outre-mer. *Marmoraton Mining Co.* expédie son minerai par rail sur une distance de 64 milles jusqu'au port de Picton (lac Ontario), puis par bateau ainsi que par chemin de fer. Les expéditions de Hilton Mines se font exclusivement par rail, alors que le minerai de Lowphos est aussi transporté sur 140 milles par rail jusqu'à Depot Harbour, dans la baie Georgienne. La production de l'Inco est expédiée jusqu'à Little Current, dans la baie Georgienne, pour transbordement; une certaine partie est acheminée par chemin de fer.

4 — Région canadienne du Lac Supérieur

Cette région est la deuxième en importance au Canada. Tout le minerai est expédié à des usagers des Grands Lacs, tant aux États-Unis qu'au Canada. L'*Algoma Ore Properties,* division de l'Algoma Steel Corporation Ltd., a expédié pour la première fois, en 1939, du "sinter" de teneur moyenne extrait d'un minerai de sidérose contenant 35 pour cent en fer. L'usine d'enrichissement est située à proximité des mines souterraines et à ciel ouvert près de Wawa dans la région de Michipicoten. Le "sinter" (50% fer) classé par grosseur est expédié par le port voisin de Michipicoten, sur le lac Supérieur, et ensuite par rail jusqu'aux aciéries de la société, à Sault-Ste-Marie. En 1944, *Steep Rock Iron Mines Ltd.* a commencé d'extraire du minerai de teneur moyenne au lac Steep Rock, à 140 miles à l'ouest de Port Arthur. La compagnie exploite présentement une troisième mine à ciel ouvert en même temps qu'elle extrait des quantités moins importantes de minerai d'une autre mine souterraine. Au cours de 1958, la compagnie a construit deux usines de concentration par gravité, afin d'enrichir une partie de son minerai, principalement formé de goethite et d'hématite. En 1960, *Caland Ore Company Ltd.* a commencé d'extraire du minerai de qualité semblable de ses mines à ciel ouvert. Cette société est devenue le plus important producteur de la région du lac Supérieur alors que la production totale des autres exploitants de la région était en baisse. De plus, *Canadian Charleson Ltd.* a expédié, chaque année, depuis 1958, de 20,000 à 180,000 tonnes d'hématite de teneur moyenne, extraite de graviers à hématite des environs de Steep Rock Lake. La mine et le concentrateur ne furent pas en exploitation au cours de 1963 et les expéditions proviennent des réserves accumulées.

Marché : Tout le minerai expédié par Steep Rock Iron Mines et une grande partie du minerai expédié par Algoma Ore sont vendus à des usagers indépendants des aciéries. Devant la baisse des prix offerts, la concurrence faite par les exploitants de minerai à plus haute teneur et la demande croissante de minerais concentrés et en boulettes, le volume des ventes a varié énormément. D'autre part, les expéditions de minerai à teneur moyenne du type "prêt pour l'expédition", tel que celui produit par Caland Ore Company, sont entièrement intégrées aux activités de la société américaine, Inland Steel Company, dont Caland est une filiale.

A cause de la situation précaire de ce genre de débouché, on consacre, depuis quelques années, de fortes sommes d'argent à des recherches visant à enrichir le minerai et à la prospection de nouveaux gisements. Les trois sociétés susmentionnées, sauf Canadian Charleson, possèdent des gîtes de minerai à basse teneur en fer situés dans l'Ontario, et ce minerai pourrait être exploité en vue de produire des concentrés ou des boulettes.

La société Algoma travaille activement sur sa propriété de la rivière Goulais, près de Sault-Ste-Marie, et Caland vient d'annoncer qu'elle se prépare à construire une usine d'enrichissement destinée à produire, à partir de goethite et d'hématite, 1,500,000 tonnes de minerai de teneur moyenne, et un million de tonnes de minerai en boulettes à haute teneur en fer. Cette usine sera la première installation du genre au monde et produira des boulettes en partant directement du minerai sans passer par le stade intermédiaire de la concentration. Au cours des opérations de boulettage, l'eau combinée chimiquement au minerai sera enlevée de façon à augmenter la teneur en fer de 10 à 15 pour cent. Le pourcentage relativement élevé et la faible teneur en silice du minerai permettent l'application de ce nouveau procédé. La production doit commencer à la fin de 1965. On a de bonnes raisons de croire que Steep Rock Iron Mines procédera bientôt à une valorisation de son minerai du genre de celle projetée par Caland Ore. Ainsi la région traverse présentement une période de transition et il est à prévoir que cette partie du lac Supérieur deviendra un important fournisseur de minerais riches dès que ces difficultés auront été surmontées.

5 — Région de la Colombie-Canadienne

La production de cette région provient de nombreux petits gisements de magnétite, situés dans les îles littorales du Pacifique. La production annuelle varie ordinairement entre 150,000 et 600,000 tonnes de concentrés obtenus de minerai à teneur moyenne, qui se prête assez facilement à une simple séparation magnétique. Depuis le début des expéditions en 1951, deux mines ont été épuisées (Argonaut Mine et Empire Development Co.) et une troisième, celle de la Nimpkish Iron Mines Ltd., est sur le point d'épuiser ses réserves connues. *Texada Mines Ltd.*, qui exploite depuis 1952 plusieurs gîtes de fer, possède maintenant des réserves plus grandes que celles prévues au début des opérations. L'augmentation des ventes au Japon a permis aux exploitants d'intensifier leurs travaux d'exploration et de mise en valeur. C'est ainsi qu'on a ouvert trois nouvelles mines au cours de 1962. L'une d'elles, Zeballos Iron Mines Ltd., a cessé de produire l'année dernière. La compagnie vient d'annoncer cependant que *Empire Ventures Ltd.*, filiale de Empire Development Co. Ltd., a acquis ses propriétés minières ainsi que son contrat de ventes au Japon, et que cette dernière société projette de dépenser $2 millions à la transformation de la mine à ciel ouvert en une mine souterraine. La production doit commencer vers la fin de 1964.

A la fin de 1963, il y avait quatre mines en exploitation : *Brynnor Mines Ltd.* (propriété de Noranda Mines Ltd., près du lac Kennedy), *Jedway Iron Ore Ltd.* (propriété de The Granby Mining Co. Ltd., dans les îles Charlotte), *Texada Mines Ltd.* et *Nimpkish Iron Mines Ltd.*, avec un rendement total annuel de plus de deux millions de tonnes et des réserves de minerai leur permettant de continuer leurs travaux durant les cinq ou sept prochaines années. Il y a d'autres gîtes connus tels ceux de Wedeene, Tasu et Bugaboo qui pourraient être aussi mis en exploitation dans un avenir rapproché. La société Consolidated Mining and Smelting projette de procéder à la récupération de concentrés de magnétite obtenus au cours du traitement du minerai cuprifère sur ses propriétés de *Coast Copper Mines Ltd.*, l'une de ses filiales. Un atelier de $600,000 est présentement en construction en vue d'une production de 250 tonnes de concentrés par jour. A la différence des autres régions déjà mentionnées, l'industrie du minerai de fer de la Colombie-Britannique est entravée par l'absence de gisements étendus à grand tonnage.

En plus des producteurs de magnétite proprement dite, *Consolidated Mining and Smelting Company of Canada Ltd.* produit un "sinter" à haut pourcentage en fer calciné obtenu comme sous-produit au cours de la récupération d'autres métaux. L'usine construite en 1961 à Kimberley peut "sintériser" près de 110,000 tonnes de minerai par an. On a aussi installé un *four électrique* d'un rendement de 36,000 tonnes de fonte en gueuse par an, chiffre qu'on est en train de porter à 100,000 tonnes.

Note : Yukon et Territoires du Nord-Ouest

La société *Crest Exploration Ltd.*, filiale de The California Standard Company, continue ses travaux d'exploration minière et de recherches sur ses immenses gisements de minerai de fer de la région de Snake River, près de la frontière du Yukon et des Territoires du Nord-Ouest.

La société *Baffin Iron Mines* procède aussi à des travaux d'exploration sur ses gisements de l'île de Baffin où l'on a repéré la présence de réserves étendues de minerai d'hématite à haute teneur en fer. On projette de faire des travaux de sondage au cours de 1964 afin de déterminer l'étendue de la minéralisation.

Commerce du minerai

Les tendances internationales du commerce du minerai de fer dans le monde sont de la plus haute importance pour l'industrie canadienne à cause de la haute proportion de ses exportations. Depuis quelques années, *les exportations forment plus de 85 pour cent de toutes les ventes*. Les principaux pays consommateurs du monde libre sont les États-Unis, la Grande-Bretagne, les membres de la Communauté européenne du charbon et de l'acier, et le Japon, qui achètent tous du minerai canadien.

Les États-Unis sont les plus importants usagers de minerai de fer et aussi nos principaux clients; en 1963 ils ont absorbé 77 pour cent de toutes nos exportations de minerai. La Grande-Bretagne, les pays de la Communauté Européenne (EGSC) et le Japon ont acheté chacun de 7 à 8 pour cent de tout le minerai canadien exporté. Alors que les États-Unis et le Japon ont accru leurs importations depuis 1960, la Grande-Bretagne et les pays du Marché Commun les ont fortement réduites tout particulièrement en ce qui concerne le minerai de Terre-Neuve. Ces diminutions sont en partie dues à la baisse de production d'acier, mais aussi à ce que l'offre de minerais plus riches à des prix concurrentiels dépasse la demande sur les marchés mondiaux. Cet état de choses a un effet marqué sur les exploitants de mines de fer de l'Est du Canada.

En 1960, par exemple, la région de *Terre-Neuve* a exporté 2,300,000 tonnes de minerai (plus de 80 pour cent de sa production) à la Grande-Bretagne et aux pays de la Communauté. En 1963, ce chiffre est tombé à 600,000 tonnes, soit 50 pour cent des ventes. Aucun minerai de cette région n'a été exporté aux États-Unis ni au Japon.

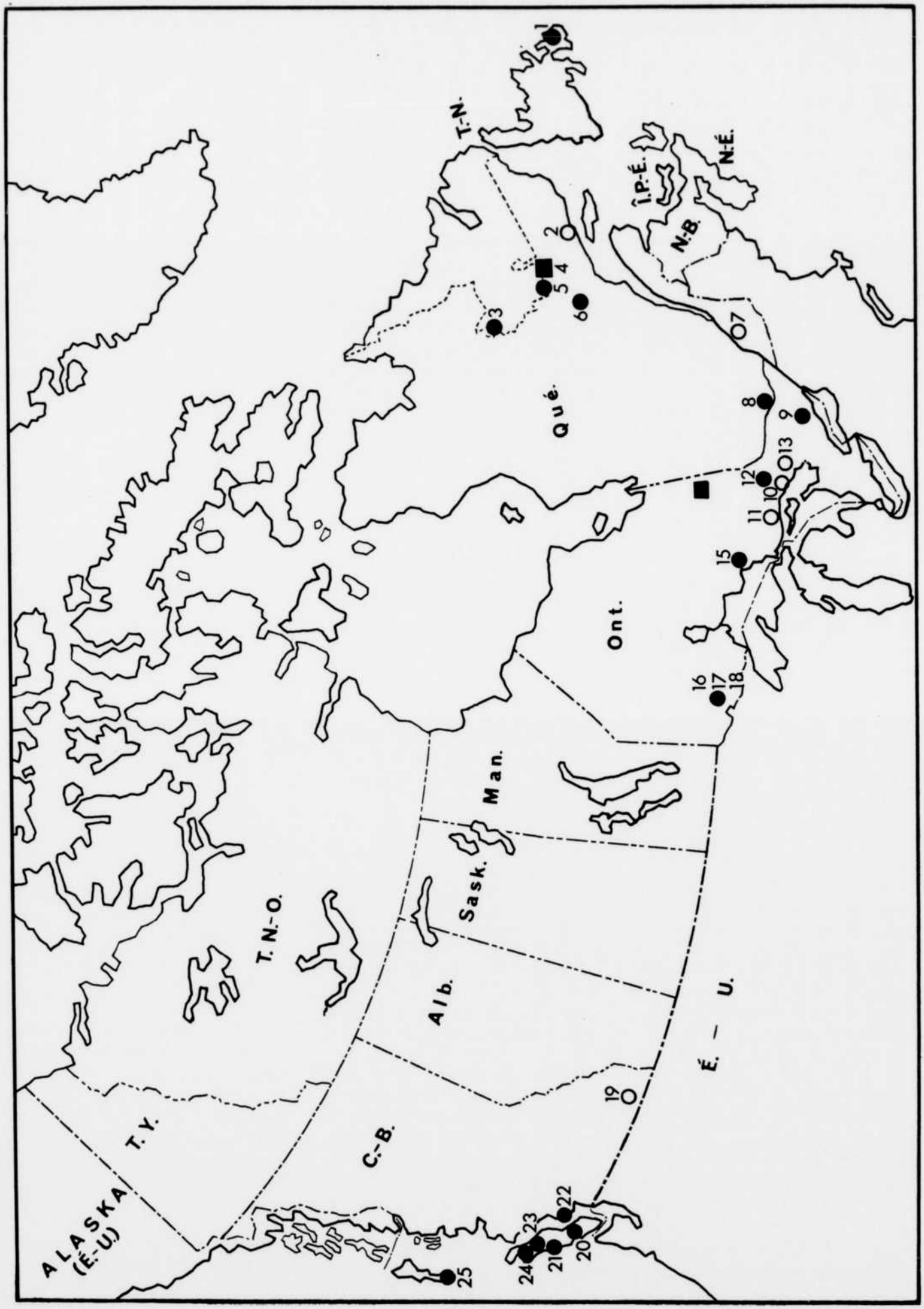

T.-N.
Qué.
Ont.
Man.
Sask.
Alb.
C.-B.
T.Y.
T. N.-O.
ALASKA (É.-U.)
É. — U.
N.-B.
Î.P.-É.
N.-É.
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25

Fig. 2

Liste des producteurs de minerai de fer au Canada

		COMPAGNIES AFFILIÉES	PRODUIT EXTRAIT (Teneur en fer naturel)	PRODUIT EXPÉDIÉ (Teneur en fer naturel)
15	The Algoma Steel Corp. Ltd., Algoma Ore Properties Division; mines et usine pour sinter près de Wawa, Ont.		Sidérose de mines à ciel ouvert et souterraines (34.3% fer)	Minerai enrichi et "sintérisé" (50.64% fer, 2.84% Mn)
20	Brynnor Mines Ltd., près du lac Kennedy, Ile de Vancouver, B.C.	Noranda Mines Ltd.	Magnétite de mines à ciel ouvert (54.5% fer)	Concentrés de magnétite (61.4% fer)
16	Caland Ore Co. Ltd., partie est du lac Steep Rock, nord de Atikokan, Ont.	Inland Steel Co.	Hématite et geothite de mines à ciel ouvert (53.76% fer)	Minerai à 53.74% fer
17	Canadian Charleson, Ltd., au sud du lac Steep Rock, près de Atikokan, Ont.	Oglebay Norton Co.	Graviers à hématite (12-20% fer)	Concentrés (55.13% fer)
	Carol Pellet Co.	Associés américains de Iron Ore Co. of Canada (voir ci-après)	Hématite spéculaire du concentrateur de Iron Ore Co. of Canada	Boulettes (64-65% fer)
24	Empire Development Co. Ltd., Benson R., 25 milles au sud-ouest de Port McNeill, Vancouver, B.C.	Loram Ltd., Quatsino Copper-Gold Mines, Ltd.	Magnétite de mines à ciel ouvert	Concentrés de magnétite (56.49% fer)
8	Hilton Mines, Ltd., près de Bristol, P.Q., 40 milles au nord-ouest de Ottawa.	The Steel Co. of Canada, Ltd., Jones & Laughlin Steel Corp., Pickands Mather & Co.	Magnétite de mines à ciel ouvert (20% fer apprx.)	Boulettes d'oxyde de fer (66.28% fer)
3	Iron Ore Company of Canada, près de Schefferville, P.Q.	The M.A. Hanna Co., The Hanna Mining Co., The Hollinger Cons. Gold Mines Ltd., Armco Steel Corp., Bethlehem Steel Corp., National Steel Corp., Republic Steel Corp., Wheeling Steel Corp., Youngstown Sheet and Tube Co.	Hématite-geothite de mines à ciel ouvert	Minerai à 54.75% fer
5	Iron Ore Company of Canada.	(idem)	Hématite spéculaire de mines à ciel ouvert (36.1% fer)	Concentrés d'hématite spéculaire (63.69% fer apprx.)
25	Jedway Iron Ore Ltd., Ile Moresby, Ile Queen Charlotte, B.C.	The Granby Mining Co. Ltd.	Hématite spéculaire de mines à ciel ouvert (42.2% fer)	Concentrés de magnétite (58.4% fer)
14	Jones & Laughlin Steel Corp.		Magnétite de mines à ciel ouvert (25% fer)	Boulettes (65-66% fer)
12	Lowphos Ore, Ltd., région de Sudbury, 20 milles au nord de Capréol, Ont.	National Steel Corp.	Magnétite de mines à ciel ouvert (31.54% fer)	Boulettes d'oxyde de fer (65-66% fer)
9	Marmoraton Mining Co. Ltd., près de Marmora au sud de l'Ontario.	Bethlehem Steel Corp.	Magnétite de mines à ciel ouvert (35-37% fer)	Boulettes d'oxyde de fer (64.4% fer)
23	Nimpkish Iron Mines Ltd., 26 milles à l'ouest de Beaver Cove, Ile de Vancouver, B.C.	International Iron Mines Ltd.; Standard Slag Co.	Magnétite de mines à ciel ouvert (41.6% fer)	Concentrés de magnétite (58.6% fer)
6	Quebec Cartier Mining Co., Gagnon, P.Q.	United States Steel Corp.	Hématite spéculaire de mines à ciel ouvert (31.0% fer)	Concentrés d'hématite spéculaire (64.5% fer)
18	Steep Rock Iron Mines Ltd., Lac Steep Rock, au nord de Atikokan, Ont.	Premium Iron Ores Ltd., Cleveland-Cliffs Iron Co., et autres.	Hématite-geothite de mines à ciel ouvert et souterraines (50.93% fer)	Minerai de fer et concentrés (54.07% fer)
22	Texada Mines Ltd., Ile Texada, B.C.	(compagnie privée)	Magnétite de mines à ciel ouvert (42.03% fer)	Concentrés de magnétite (61.81% fer)
1	DOSCO — Wabana Mines Division, Bell Island, Conception Bay, Ile de Terre-Neuve.		Hématite et chamosite de mines à ciel ouvert et souterraines (48.55% fer)	Concentrés (50.60% fer)
4	Wabush Mines.	Steel Co. of Canada; Dom. Foundries & Steel Ltd.; Mannesmann Canadian Iron Ores Ltd.; Hoesch Iron Ores Ltd. and Wabush Iron Co. Ltd. (Youngstown Sheet & Tube Co., Inland Steel Co., Interlake Iron Corp., Pittsburgh Steel Co., Finsider of Italy and Pickhands-Mather & Co.)	Hématite spéculaire de mines à ciel ouvert (37% fer)	Concentrés et boulettes (64-65% fer)
21	Zeballos Iron Mines Ltd., près de Zeballos, Ile de Vancouver, B.C.	Empire Ventures Ltd.	Magnétite de mines à ciel ouvert et souterraines	Concentrés de magnétite (plus 60% fer)

	PRODUCTEURS DE FER COMME SOUS-PRODUIT	COMPAGNIES AFFILIÉES	PRODUIT TRANSFORMÉ (Teneur moyenne)	PRODUIT OBTENU
19	Consolidated Mining and Smelting Co. of Canada Ltd., Kimberley, B.C.		Concentrés de pyrrhotite grillés pour la production d'acide. Agglomération (65.4% fer)	Boulettes d'oxyde de fer (65.0% fer) transformées en fer en gueuse
13	Falconbridge Nickel Mines, Ltd., région de Sudbury, Ont.		Concentrés de pyrrhotite	Oxyde de fer (67-68% fer)
10	International Nickel Co. of Canada, Ltd., mines et usine dans la région de Sudbury, Ont.		Concentrés de pyrrhotite	Boulettes d'oxyde de fer (68% fer)
11	Noranda Mines, Ltd., mines près de Noranda, P.Q., et usine à Cutler, Ont.	Cutler Acid Ltd., filiale de Canadian Industries Ltd.	Concentrés de pyrrhotite et de pyrite	Oxyde de fer (64-66% fer)
2	Quebec Iron and Titanium Corp., mine au lac Allard, P.Q.; four électrique à Sorel, P.Q.	Kennecott Copper Corp., New Jersey Zinc, Co.	Ilménite-hématite de mines à ciel ouvert (40% fer, 35% TiO_2)	Fer en gueuse et scories riches en TiO_2

Expédition de minerai de fer en boulettes (pellets) extrait des mines de Iron Ore Company of Canada, à Carol Lake. Les acieries requièrent de plus en plus des minerais à haute teneur de l'ordre de 65% en fer. Les mines de Carol produisent un minerai qui est concentré et mis en boulettes. Plus de quatre millions de tonnes ont été expédiées par le port des Sept Îles au cours de 1963, en plus de 6.75 millions de tonnes de minerai en provenance de Schefferville.

De 1960 à 1963, la région du *Québec-Labrador* a porté le volume de ses exportations de 9,300,000 à 17,000,000 tonnes, mais les exportations à l'Europe occidentale n'ont été que de 2.9 millions de tonnes, soit environ 17 pour cent seulement de toutes les expéditions de la région Québec-Labrador.

Dans la région *Ouest du Québec – Est de l'Ontario,* et dans la partie *canadienne du lac Supérieur,* toutes les exportations (soit près de 70 pour cent du total des expéditions pour 1963) sont allées aux États-Unis. Bien que dans l'ensemble le volume des ventes ait été maintenu à un niveau favorable, certaines sociétés ont pu vendre beaucoup moins de minerai de teneur moyenne. Par exemple, le tonnage de ces ventes n'a été que de 1,600,000 tonnes en 1962 en comparaison de 2,400,000 en 1960.

Seule la *Colombie-Canadienne* expédie du minerai au Japon, et les producteurs dépendent presque entièrement des ventes à ce pays et ont évidemment bénéficié de l'essor industriel qu'a connu le Japon au cours des dernières années.

Prix des minerais de fer

Les prix reçus par la plupart des producteurs de minerai de fer de Québec et de l'Ontario pour leurs ventes aux consommateurs canadiens et américains sont basés sur le prix par tonne forte (2240 livres) du minerai livré "at the rail vessel" aux ports du lac Erié.

Le prix aux mines canadiennes est obtenu en soustrayant de ce montant le coût du transport et celui de la manutention du minerai.

Le prix "Lac Erié" se rapporte à du minerai contenant 51.5% de fer naturel possédant des propriétés physiques et une composition chimique déterminée. Malgré des coûts accrus de production, ces prix n'ont pas varié de 1957 jusqu'au mois d'avril 1962 alors que le prix du minerai à teneur moyenne en fer déclina de 7 pour cent. Cette baisse tenait compte de l'arrivée sur le marché de plus grandes quantités de minerais canadien et européen de même que de la tendance à la baisse des prix sur le marché mondial. Le prix moyen payé pour les minerais livrés aux pays membres du Marché Commun fut inférieur d'environ 25% au prix payé sur les marchés canadien et américain (Tableau I).

Au mois d'août 1963, le prix pour le transport des minerais sur les Grands Lacs baissa de dix cents par tonne, réduisant d'autant le prix "Lac Erié". *Quant aux prix pour le minerai vendu par les mines de la Colombie-Canadienne,* ils sont négociés individuellement entre les producteurs et les consommateurs. Ils varient ordinairement de $8.30 à $10.00 (US) par tonne forte, f.o.b., livré au port, pour du minerai de 58 à 62 pour cent en fer naturel.

Vers la fin de 1963, on annonça que *le prix du minerai suédois* serait réduit d'une krona (environ 21 cents) par tonne. Par contre, les taux de transport furent augmentés d'un montant égal, de sorte que le prix pour du *minerai livré* n'a pas changé. Les prix du minerai suédois furent cependant réduits de sept pour cent au cours de 1962 et à nouveau de sept pour cent en 1963. Les prix obtenus pour le minerai de Suède influencent beaucoup les prix sur le marché européen.

TABLEAU I

PRIX "LAC ERIE"

Minerai de fer, Mesabi, Non-Bessemer

Année	US Dollars par tonne forte	US Dollars par unité de fer naturel
1950	$ 7.70	$ 0.1495
1955	10.10	0.1961
1957-61	11.45	0.2223
1963-64	10.65	0.2068
1962 - Juillet 1963	10.55	0.2049

Le prix "Lac Erié" se rapporte à du minerai contenant 51.5% de fer naturel, non tamisé, livré "rail of vessel" aux ports du lac Erié. Il y a une prime de 80 cents par tonne pour le gros minerai et une amende de 45 cents pour du minerai trop fin.

De façon générale, le calcul se fait en employant la valeur d'*une unité de fer naturel par tonne forte* (1% de 2240 livres). Ce sont ces valeurs qui sont données dans la dernière colonne du Tableau I.

Lorsque le minerai contient plus de 50% de fer naturel, les ajustements sont proportionnels, mais lorsqu'ils en contiennent moins de 50%, des amendes sont imposées.

Ainsi un minerai dont l'analyse indique la présence de 66% en fer et 3% d'humidité équivaut à seulement 64% de fer naturel (66 x 97%) ou 64 unités. Le prix actuel étant de $0.2049 par unité de fer naturel, ce minerai vaudra $13.11 par tonne forte, livré aux ports du lac Erié.

Dans le cas d'un minerai ne contenant que 49.5% de fer naturel sa valeur ne serait que de $10.09. Comme on le voit, cette valeur n'est pas directement proportionnelle lorsque la teneur décroît en dessous de la normale.

Conclusion

Depuis dix ans, l'industrie canadienne du minerai de fer a connu une expansion spectaculaire qui fait maintenant partie de l'histoire économique de notre pays. Le Canada est devenu un important producteur et vient *au premier rang parmi les pays exportateurs dans le monde*.

Ce développement s'est produit malgré la concurrence nouvelle de plusieurs pays tels que l'Afrique, l'Amérique du Sud, l'Australie et l'Asie qui ont commencé de produire au cours des dernières années ou qui sont sur le point de le faire. De plus, certains de ces gisements sont situés à proximité de la mer dans des régions où les salaires sont moins élevés qu'au Canada et où le climat permet la poursuite des travaux et l'expédition des minerais sans coût supplémentaire à l'année longue. Il est aussi à noter que la teneur de ces gisements qui est de l'ordre de 60 à 70% en fer naturel est de beaucoup supérieure à celle de nos minerais qui pour la plupart nécessitent une concentration préliminaire.

La position de notre principal marché, celui des États-Unis, a aussi changé dernièrement alors que des méthodes nouvelles de concentration des taconites à basse teneur ont été développées augmentant par le fait même les réserves américaines et rendant ainsi les aciéries des États-Unis moins dépendantes du minerai canadien.

Par suite de ces progrès techniques, le sens même des mots *"minerai de fer"* a beaucoup changé dans l'esprit des consommateurs. Il y a une dizaine d'années, il y avait une forte demande pour des minerais à teneur moyenne de l'ordre de 52 à 54% de fer, alors qu'on requiert maintenant des minerais concentrés, agglomérés ou en boulettes contenant 65% de fer ou plus.

Par une conséquence paradoxale, ces mêmes progrès techniques ont permis d'accroître la rentabilité de gisements de basse teneur au détri-

Les gisements de Marmoraton Mining Co. (filiale de Bethlehem Steel Corp.) sont situés près de Marmora à environ 30 milles au nord de Trenton, Ont. On y extrait de la magnétite qui est transformée en boulettes, avant d'être expédiée par chemin de fer jusqu'au quai de Picton, sur la baie de Quinte, Lac Ontario, d'où il est chargé à bord des minéraliers.

ment d'autres gisements de teneur moyenne ou du type "direct shipping" qui étaient en exploitation depuis longtemps. Il en est résulté une mise en valeur nouvelle dans des régions où les ressources naturelles étaient jusqu'alors inutilisées, faisant décroître du même coup les activités de plusieurs mines dans d'autres régions. Il semble que certaines mines pourraient mettre en pratique la nouvelle technologie et l'appliquer au traitement de leurs minerais, ce qui rendrait ces entreprises rentables. D'un autre côté, un certain déséquilibre est presque inévitable. Ces difficultés, dues aux nouvelles découvertes, au progrès technique et au commerce dont les modes sont en voie de modification, ne sont pas, il va sans dire, particulières à l'industrie minière. À en juger cependant par la vitalité dont l'industrie fait preuve pour faire face à ces problèmes, la présence de vastes réserves connues de minerai de fer, et l'existence de conditions favorables à la mise en valeur des mines de fer au Canada, l'industrie canadienne du minerai de fer peut compter sur un avenir brillant pour plusieurs années encore.

Remarque

Le ministère des Mines et des Relevés techniques a publié récemment une magnifique carte en couleurs (grandeur approximative de 46 x 36 pouces), intitulée : *Commerce du minerai de fer au Canada et dans le monde*. En plus d'indiquer clairement les principaux centres de production de minerai de fer dans le monde, cette carte donne de nombreux renseignements sur le commerce des minerais, les taux de transport par chemin de fer et par bateau, ainsi que des tableaux statistiques sur la production mondiale et la consommation.

On peut obtenir cette carte (MR2) publiée en français ou en anglais, en adressant sa demande (la carte se vend 50 cents) à la Division des Ressources Minérales, ministère des Mines et des Relevés techniques, Ottawa.

Le Ministère a aussi publié une nouvelle carte (No 900A) montrant les *Principales Régions Minières du Canada*. Cette carte en couleurs, à l'échelle de 120 milles au pouce, mesure environ 36 x 33 pouces. Elle montre à la fois les grandes formations géologiques ainsi que la répartition des principales exploitations minières. Sa lecture permet de déterminer facilement l'emplacement de quelque 300 entreprises d'extraction et de traitement en plus de montrer les régions favorables à la minéralisation. Cette carte, disponible en français ou en anglais, est offerte *gratuitement* par le ministère des Mines et des Relevés Techniques, Ottawa.

LE CHEMINEMENT CRITIQUE

Application de la méthode

par *JEAN-RÉAL LA HAYE*

Pour faire suite aux considérations générales qui ont fait l'objet d'un récent article sur le C.P.M. et le PERT, (numéro d'août), il convient d'étudier une de ces méthodes en particulier, ou du moins d'en exposer les grandes lignes. Bien que les deux techniques originales reposent sur la construction préalable du réseau des opérations, ou graphe, elles diffèrent assez dans le mode de représentation. Pour éviter toute confusion, il ne sera ici question que du C.P.M. qui, de l'avis général, donne une image plus concrète du programme. Cet article est consacré exclusivement à la représentation graphique de l'ordonnancement par le graphe C.P.M. première étape de l'établissement d'un programme rationnel.

Plan ou "planning"

L'outil de base de la méthode du "Cheminement critique" est le graphe ou "plan de l'ordonnancement". Le graphe est essentiellement constitué de flèches qui s'articulent par rapport à leurs extrémités et qui représentent des opérations. Il montre d'abord, de façon qualitative, comment les opérations s'effectuent, soit successivement soit simultanément. À ce stade, le plan n'est pas encore un programme : s'il illustre les relations d'ordre qui gouvernent les tâches il n'en donne pourtant aucune distribution chronologique.

Terminologie et conventions

Il est bon de rappeler ici certaines conventions et de définir quelques termes techniques. Comme la documentation sur le sujet qui nous occupe est surtout américaine, les équivalents anglais seront donnés en regard des termes français bien que cette question de terminologie ne soit pas encore tout à fait définitive et donne souvent lieu à certains malentendus.

1 — Programme

Le mot "programme" a été défini dans un précédent article. Tel que nous l'employons dans ce texte, il correspond soit à l'anglais "program" soit au mot "project" qui a un sens plus concret que le terme français "projet". Il ne faut pas le confondre avec le "programme" d'un ordinateur électronique qui règle la séquence des opérations que la machine doit effectuer sur des données. On l'emploie aussi pour désigner le travail de coordination qui concourt à le mettre au point : il équivaut alors à l'ensemble "plan-programmation".

2 — Programmation

Ce terme englobe toutes les activités et les calculs qui aboutissent à la distribution chronologique des opérations et à l'affectation des ressources. C'est la deuxième phase de l'élaboration du programme et elle se réalise à la suite du plan de l'ordonnancement et grâce à lui. "Programmation" correspond à l'anglais "scheduling".

3 — Opération

Une opération est une tâche, un travail ou une action (en anglais :

activity) qu'on peut facilement identifier comme une entité distincte et qui se situe dans le temps. Une opération peut être réelle ou virtuelle. En ce qui concerne le programme, une opération réelle sera de nature active ou passive. Elle est active si, par l'intermédiaire de la main-d'oeuvre, de l'équipement ou des capitaux, les responsables la contrôlent directement. L'érection d'une charpente, la mise en coffrages du béton, la fabrication d'une pièce, sont des opérations dites "actives". La livraison de matériaux, l'obtention d'un permis ou d'une autorisation, le durcissement du béton sont de nature passive : ces "opérations" supposent une action de l'extérieur sur laquelle les responsables du programme n'ont qu'un contrôle indirect ou incomplet. On donnera une définition de l'opération virtuelle lorsque la construction du graphe sera étudiée.

4 — Éléments du graphe

Le symbole graphique de l'opération est la flèche, dont les extrémités initiale et terminale indiquent respectivement le début et la fin de l'opération (Fig. 1-a). Dans la théorie des graphes, cette flèche s'appelle un "arc". Deux opérations

Fig. 1a

qui se succèdent se représentent par deux "arcs adjacents" articulés autour d'un point correspondant à l'extrémité terminale de l'un et à l'extrémité initiale de l'autre. Ce point est un "sommet" du graphe (en anglais : node) et représente un événement (event), une étape ou un objectif partiel du programme 1-b). La longueur graphique de l'arc n'a aucun rapport avec la durée de l'opération. La figure 1-b s'interprète comme suit : l'opération "B" succède à l'opération "A" ou bien l'opération "A" précède l'opération "B".

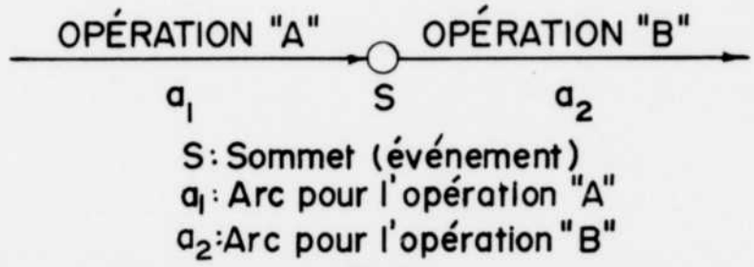


Fig. 1b

Si, à la fin de l'opération "A", (Fig. 1-b), c'est-à-dire à l'événement "s", il était possible de commencer deux opérations "B" et "C", à partir du sommet "s" on dessinerait deux arcs correspondant respectivement à "B" et à "C". La figure 2 montre que ces deux dernières opérations sont simultanées et que leur démarrage dépend du parachèvement de "A". Les flèches n'indiquent donc que la présence des opérations et leur association avec des sommets figure leur corrélation. La figure 3, pour sa part, dénote que les deux opérations "D" et "E" doivent être complétées avant le début de l'opération "F".

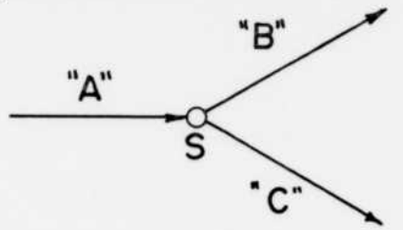


Fig. 2

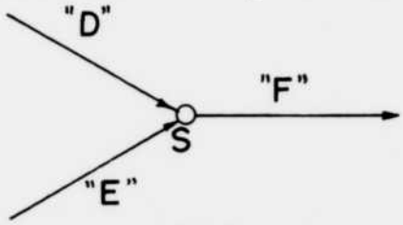


Fig. 3

Construction du graphe

A — Conditions générales

Le premier élément indispensable à la construction du graphe est la liste complète de toutes les opérations, identifiables comme telles, qui composent le programme. Cette liste doit inclure tout ce qui est de nature à en retarder la réalisation : autorisations, inspections, permis, livraisons, etc . . . Le deuxième élément essentiel c'est l'agencement des opérations c'est-à-dire l'ensemble des relations d'ordre ou encore des contraintes qui déterminent de quelle manière logique les opérations vont se succéder. Dès que ces renseignements sont disponibles on peut "dessiner" le réseau en respectant les conventions déjà énoncées : ce sera le *plan de l'ordonnancement.*

Exemple

Un programme quelconque est constitué de onze opérations identifiées par les onze premières lettres de l'alphabet. On les énumère d'abord dans une colonne suivant l'ordre alphabétique bien que l'ordre de l'énumération soit sans importance. Dans une colonne voisine et en regard de chaque lettre on indique l'opération ou les opérations qui doivent nécessairement précéder, et, dans une troisième colonne, la ou les opérations qui peuvent succéder immédiatement. L'addition d'une quatrième colonne pour les opérations parallèles est facultative bien que souvent très utile comme contrôle (Tableau I).

Ces renseignements rendent possibles le dessin du graphe de la figure 4.

La première opération est "A" puisqu'elle n'a aucun prédécesseur. Elle est suivie par trois autres : "B", "C" et "G". Ainsi après avoir dessiné l'arc "A" oriente de gauche à droite suivant la direction positive conventionnelle, on dessine les trois arcs "B", "C" et "G" à partir de l'extrémité terminale de "A".

Considérons maintenant l'une ou l'autre de ces opérations, soit par

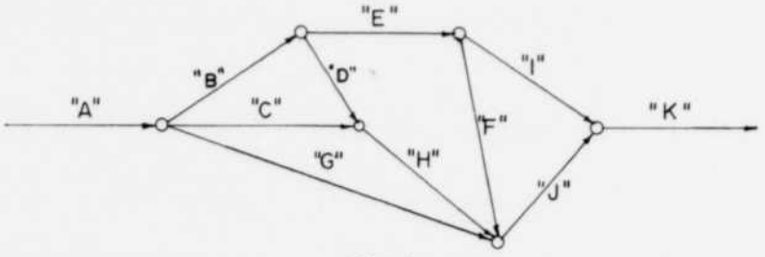


Fig. 4

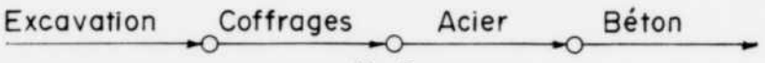


Fig. 5

exemple "B". "B" a deux successeurs : "D" et "E". Les deux arcs "D" et "E" sont alors dessinés à partir de l'extrémité terminale de "B". L'arc "H" succède à l'arc "C"; il est d'ailleurs le seul dans ce cas. Mais il succède aussi à "D". Les extrémités terminales des arcs "C" et "D" doivent par conséquent aboutir à un sommet commun qui marque également l'origine de l'arc "H". En procédant ainsi jusqu'à la dernière opération, le réseau se construit facilement.

Au lieu d'aborder le graphe par sa première opération, "A", on pourrait tout aussi bien commencer par dessiner un arc quelconque ("H" par exemple) et compléter le réseau autour de cet arc dans les deux sens. On pourrait encore commencer par la dernière opération et "remonter" jusqu'à "A". Cette dernière façon de procéder est courante puisqu'elle permet une bonne vérification de l'ordonnancement en même temps que le graphe se construit.

B — Opérations composées

Considérons à titre d'exemple, un élément de programme dont l'objectif partiel est la construction des fondations en béton d'une charpente. Réduisons l'ouvrage à quatre opérations fondamentales :

1 — Mise en place de l'acier d'armature.

2 — Construction des coffrages.

3 — Excavation.

4 — Mise en place du béton.

Logiquement ces tâches doivent se succéder de la façon indiquée à la figure 5.

Ce diagramme, où les opérations sont indiquées en abrégé, montre que toute l'excavation doit être faite avant que la construction des coffrages ne soit commencée, que tous les coffrages doivent être terminés avant que l'acier ne soit mis en place et qu'on commencera le bétonnage lorsque tout l'acier sera dans les coffrages. Ce plan est logique mais il n'est pas nécessairement le meilleur. Si l'ouvrage est important et s'il n'y a pas d'autres contraintes physiques, il sera sûrement possible de commencer à construire les coffrages avant que toute l'excavation ne soit complétée comme, d'ailleurs, on pourra commencer à placer l'acier dès qu'au moins une partie des coffrages sera construite. On peut donc décomposer les opérations en deux parties et obtenir le diagramme de la figure 6 qui s'interprète comme suit : Après la première phase de l'excavation, on peut entreprendre la première phase des coffrages et la deuxième phase des excavations simultanément. Dès que ces deux dernières opérations sont complétées on peut commencer la deuxième phase des coffrages et la première phase de la mise en place de l'acier. Le parachèvement de "Acier (1)" et de "Coffrages (2)" permet le démarrage de "Béton (1)" et de "Acier (2)". La dernière phase de la mise en place du béton complète l'ouvrage (Fig. 6).

Ce programme est déjà une amélioration du premier (fig. 5); les opérations sont décomposées de telle sorte qu'il sera possible de réduire le temps d'exécution. On peut toutefois la raffiner encore.

Dans le diagramme de la figure 6, on voit que la première partie de la mise en place de l'acier, "Acier (1)", ne peut commencer que lorsque la première partie des coffrages est complétée et qu'on a terminé la deuxième phase des excavations. Est-il bien nécessaire d'attendre la fin de l'excavation avant de commencer à placer l'acier ? Pas du tout. Dès qu'une partie des coffrages est disponible on peut déjà entreprendre la mise en place de l'acier, que les excavations soient terminées ou non. Par le même raisonnement, on pourrait commencer la première phase du bétonnage, "Béton (1)", avant que "Coffrages (2)" ne soit terminé, contrairement à ce que montre le diagramme.

On peut morceler encore chaque opération fondamentale et la ramener à trois composantes. La figure 7 illustre le nouvel ordonnancement.

On voit ici que l'opération "Acier (1)" suit nécessairement "Coffrages (1)", ce qui est logique, et ne dépend plus de "Excavations (2)". Même raisonnement pour "Béton (1)" qui ne dépend plus maintenant que de "Acier (1)".

D'ores et déjà, avant même d'associer aux opérations des estimations de durée, on constate qu'il est

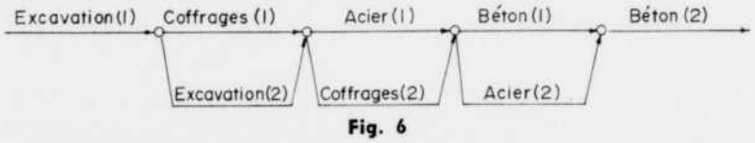


Fig. 6

possible, au stade du plan de l'ordonnancement, de réduire les délais opératoires en travaillant sur les relations d'ordre.

C — Identification numérique des opérations

Les arcs, représentant des opérations, ont leur origine et leur extrémité terminale en des points qu'on appelle sommets. Le graphe d'un programme possède un seul et unique sommet initial de même qu'un seul sommet terminal : le début de la première opération et la fin de la dernière. En pratique, même si plusieurs opérations peuvent commencer simultanément au début du programme, il est préférable de les faire précéder par une opération de nature générale qui englobe les mille et un détails nécessaires au véritable démarrage du travail. On peut, suivant l'importance qu'on attache à cette opération, lui affecter une durée plus ou moins grande et même nulle s'il le faut.

Donc une fois que le graphe est dessiné, il s'agit de numéroter tous les sommets suivant l'ordre numérique croissant de telle sorte que les nombres ne se répètent pas et que la valeur correspondant à l'extrémité terminale d'un arc soit toujours plus grande que celle de l'extrémité initiale. Si on reprend le graphe de la figure 4, on obtiendra celui de la figure 8, après avoir numéroté les sommets.

L'opération "D", par exemple, pourra être désignée par le couple (3, 4), l'opération "F", par le couple (5, 6), etc . . . On constatera que chaque opération peut être identifiée par un couple de valeurs bien distinct. De façon générale, on désigne une opération quelconque par le couple (i, j), i et j étant respectivement les valeurs numériques affectant le sommet d'origine et le sommet terminal de l'arc (j>i).

Il est essentiel que cette représentation numérique des opérations soit unique lorsque les calculs sur le

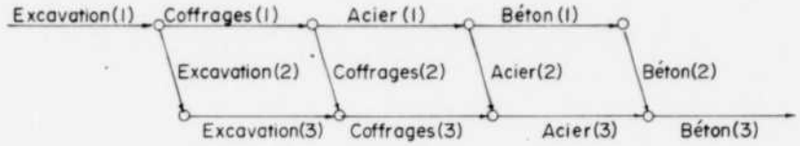


Fig. 7

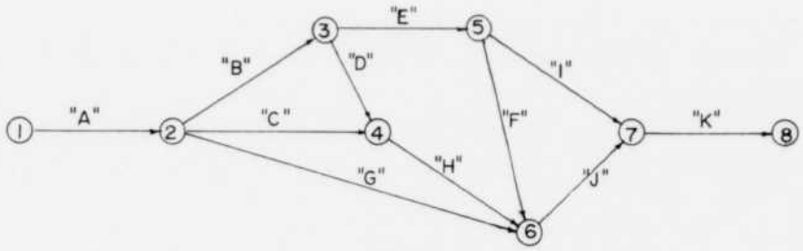


Fig. 8

graphe sont faits à l'aide d'un ordinateur. De la même façon, on doit respecter la règle de l'ordonnancement qui veut que, pour chaque arc, j soit plus grand que i. Le numérotage manuel est relativement facile si on applique l'algorithme suivant : selon l'ordre numérique croissant, chaque sommet i est numéroté seulement lorsque toutes les extrémités initiales des arcs incidents à ce sommet i correspondent à des sommets déjà numérotés. Il existe toutefois des programmes-machine qui se chargent de cette opération automatiquement même si on a fait au hasard un numérotage préliminaire.

D — Opérations virtuelles

1 — *Identification numérique distincte*

Si on reprend le graphe de la figure 6 pour numéroter les sommets, on obtient celui de la figure 9.

L'identification numérique des opérations y est toutefois ambiguë puisque, par exemple, le couple (2, 3) peut aussi bien désigner "Excavations (2)" que "Coffrages (1)". Pour satisfaire à la règle de l'identification numérique distincte, il faut introduire une *opération virtuelle* qui indique seulement une relation d'ordre. La figure 10 montre le graphe corrigé.

TABLEAU I

Opérations	Prédécesseurs	Successeurs
A	Aucun	B, C, G
B	A	D, E
C	A	H
D	B	H
E	B	F, I
F	E	J
G	A	J
H	D, C	J
I	E	K
J	F, G, H	K
K	I, J	Aucun

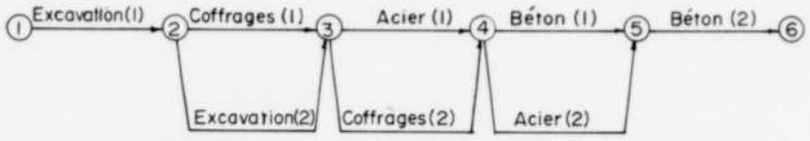


Fig. 9

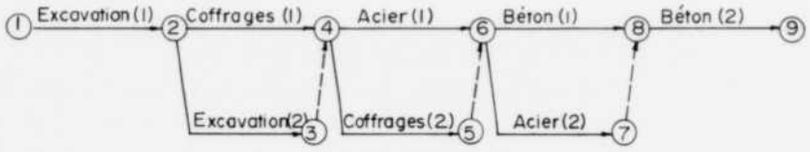


Fig. 10

L'ordonnancement n'est pas modifié, mais l'introduction de l'opération virtuelle (pseudo-activity) assure que chaque tâche peut être identifiée par un seul couple de valeurs numériques.

2 — *Opérations dépendantes et indépendantes*

Supposons un élément de programme constitué de quatre opérations, A, B, C, et D, pour lesquelles on a recueilli les renseignements donnés au Tableau II.

TABLEAU II

Opération	Prédécesseurs	Successeurs
A		B, D
B	A	
C		D
D	A, C	

Donc B dépend de A et D dépend de A et de C.

Dans un graphe, on ne peut représenter la même opération par deux arcs. Donc le graphe de la figure 11 doit être remplacé par celui de la figure 12 pour satisfaire à cette règle.

Mais cette représentation est fausse : elle ne correspond pas aux renseignements obtenus. Le diagramme de la figure 12 indique que non seulement "D" mais aussi "B" dépend de "A" et de "C", ce qui n'est pas le cas d'après le tableau.

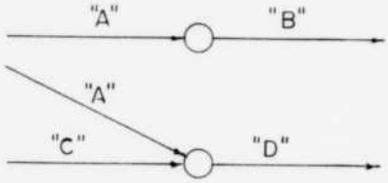


Fig. 11

Fig. 12

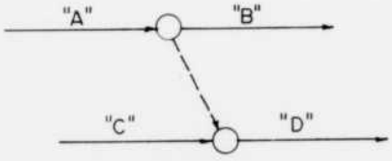


Fig. 13

Une telle construction apporte une contrainte superflue qu'on peut supprimer en introduisant une opération virtuelle. La figure 13 respecte l'ordonnancement puisqu'elle correspond exactement aux renseignements obtenus : on y voit que "B" ne dépend plus que de "A" et que l'opération "D" suit nécessairement "A" et "C", un seul arc étant utilisé pour représenter "A".

En somme, les opérations virtuelles, figurées par des arcs pointillés (dummies) sont introduites dans le graphe pour deux raisons :

a) l'identification numérique distincte pour des opérations parallèles entre deux sommets adjacents,

b) la représentation rigoureuse de l'ordonnancement des opérations.

Si une opération virtuelle ne remplit au moins une de ces deux fonctions, elle doit être éliminée du graphe, autrement elle risque d'induire —une relation d'ordre qui, de fait, n'existe pas.

E — Contraintes particulières et conditions de démarrage

Dans le graphe de la figure 7, où on aura numéroté les sommets suivant les règles conventionnelles (Cf. Fig. 14), l'opération (4, 6) ne peut débuter que lorsque (2, 4) est terminé. Mais avant de placer l'acier, il faut aussi que la livraison en soit faite. Cette livraison représente un délai possible et on peut la considérer comme une opération qui devra être terminée avant le début de (4, 6). Elle sera donc introduite dans le graphe par un arc aboutissant au sommet (4) et dont l'extrémité initiale coïncidera avec le sommet (1) puisque le graphe ne doit avoir qu'une seule origine (fig. 15).

Il faudra cependant corriger ce diagramme s'il faut respecter les relations d'ordre. Les opérations "livraison de l'acier" (1, 4) et "coffrages (1)" (2, 4) doivent être acquises pour permettre le démarrage de (4, 6); (4, 5) doit aussi suivre (2, 4) mais pas nécessairement (1, 4) comme le graphe l'indique : en effet il n'est pas nécessaire que l'acier soit livré pour entreprendre la deuxième phase de la construction des coffrages. On tiendra compte de cette considération en introduisant une opération virtuelle et on reprendra le numérotage (fig. 16).

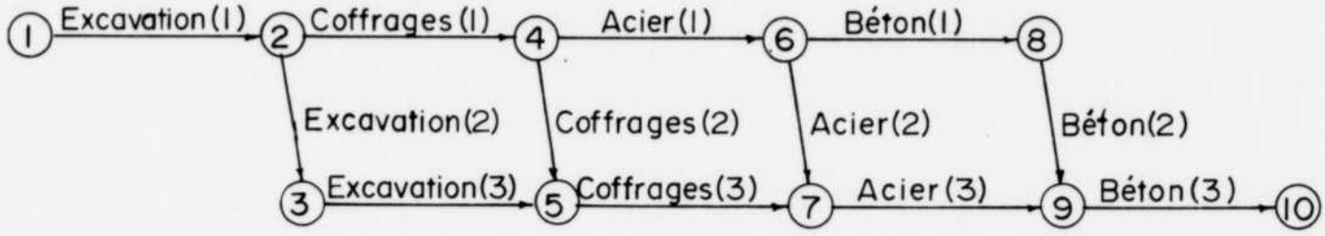


Fig. 14

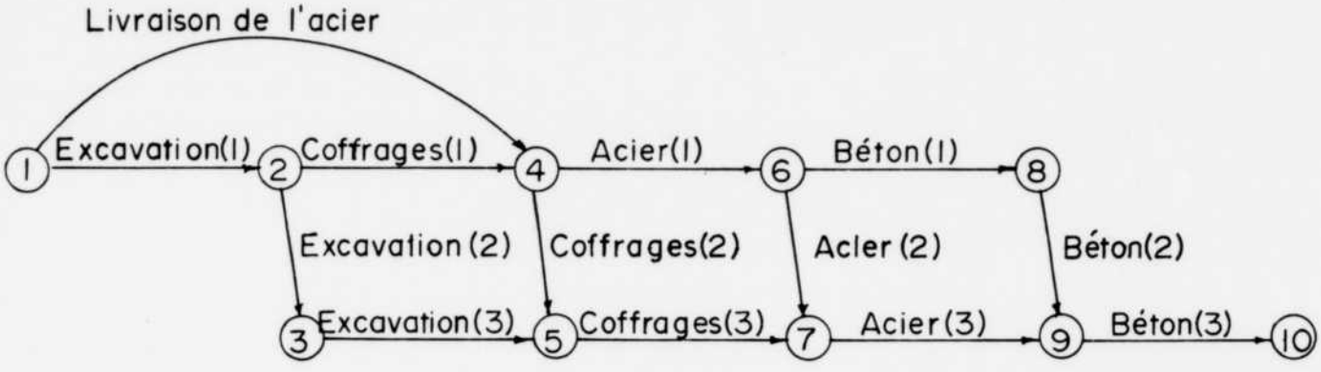


Fig. 15

Ce réseau représentant un élément de programme est l'aboutissement du graphe très simple de la figure 5 auquel on a apporté successivement plusieurs modifications toujours en respectant l'ordonnancement mais en cherchant à établir un plan efficace avant même d'entreprendre la programmation. On pourrait le raffiner encore davantage et montrer par exemple que la deuxième phase de la construction des coffrages ne peut commencer avant que la deuxième partie des excavations ne soit terminée, que "Acier (2)" ne peut commencer avant la fin de "Coffrages (2)" et que "Béton (2)" doit suivre "Acier (2)" si on tenait à s'imposer ces nouvelles restrictions (Fig. 17).

Conclusion

Ce n'est pas sans efforts qu'on parvient à mettre au point un programme cohérent. Le dessin du graphe est en lui-même très simple mais ce qui est plus difficile et beaucoup plus important c'est la détection des relations d'ordre qui articulent les opérations. Il semble facile d'appliquer la règle suivant laquelle, pour chaque tâche, on doit se poser deux questions : "Qu'est-ce qui doit la précéder ?" et "Qu'est-ce qui peut la suivre ?" Mais ces deux questions en entraînent une troisième dans l'esprit de l'organisateur : "Qui va y répondre ?"

Pour certaines opérations il n'y a pas de problème. Par exemple tout le monde sait que la construction des coffrages doit nécessairement précéder la mise en place du béton dans une charpente. Pour d'autres, plusieurs difficultés sont possibles :

a) Identification impropre ou incomplète. Le nom qu'on attribue à une opération peut bien ne pas donner une idée exacte de ce qu'elle comporte. Il peut même donner lieu à des interprétations différentes suivant les personnes intéressées.

b) Opérations indéfinissables. Le danger existe d'introduire des opérations qui, de fait, n'en sont pas puisqu'on ne peut clairement en déceler l'origine et le terme dans le temps et l'espace.

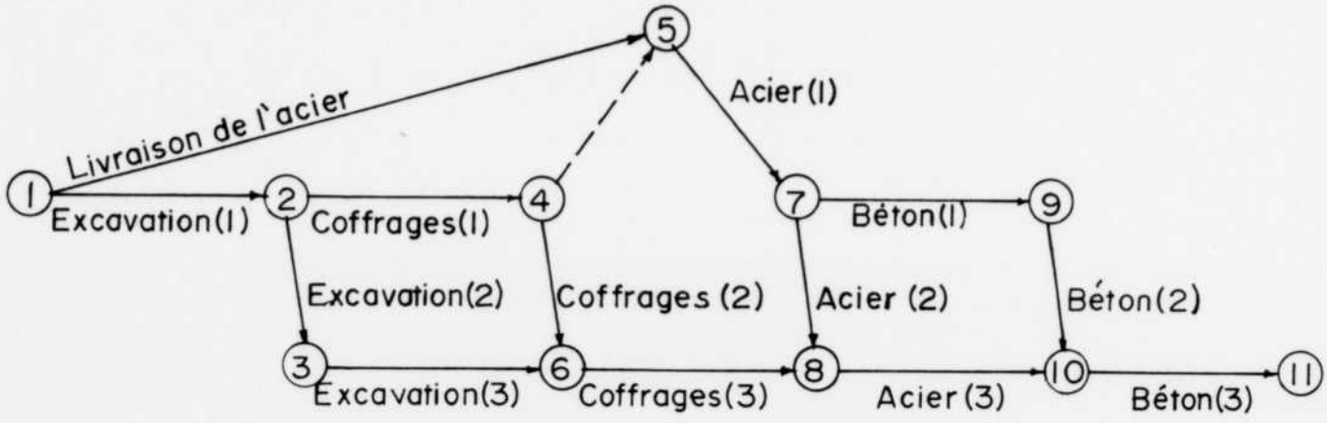


Fig. 16

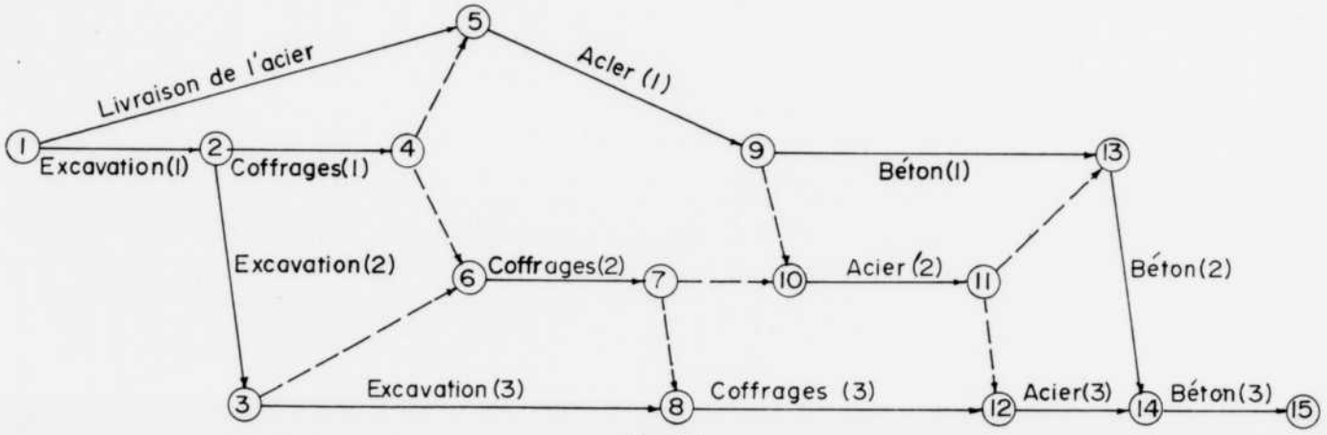


Fig. 17

c) Relations d'ordre obscures. L'ordre dans lequel différentes opérations se succèdent suivant le système en vigueur dans une entreprise donnée n'est peut-être pas le meilleur possible. Il y a donc lieu de distinguer entre ce qui se fait couramment et ce qui pourrait ou devrait se faire.

On constatera que ces questions de définitions et d'ordonnancement sont très délicates et doivent être traitées avec beaucoup d'attention en mettant à profit l'expérience de tous les spécialistes de l'exécution et du contrôle des programmes : directeurs, contremaîtres, ingénieurs, etc . . .

Cette analyse préalable est toujours laborieuse et souvent pénible mais elle apporte déjà des fruits alors même que le programme n'est qu'en puissance et, quel que soit le perfectionnement des ordinateurs et la subtilité des calculs sur le graphe, c'est d'elle surtout que dépend le succès de la méthode.

Bibliographie

V. K. HANDA — Planning Projects : a C.P.M. — PERT Manual. — The University of Waterloo.

A. KAUFMAN & G. DESBAZEILLE — Ordonnancement et programmes. — Informations Scientifiques Bull.

R. L. MARTINO — C.P.M. — Powerful Technique Poorly Applied. — Petro Process Engineering. — Mars-Avril 1962.

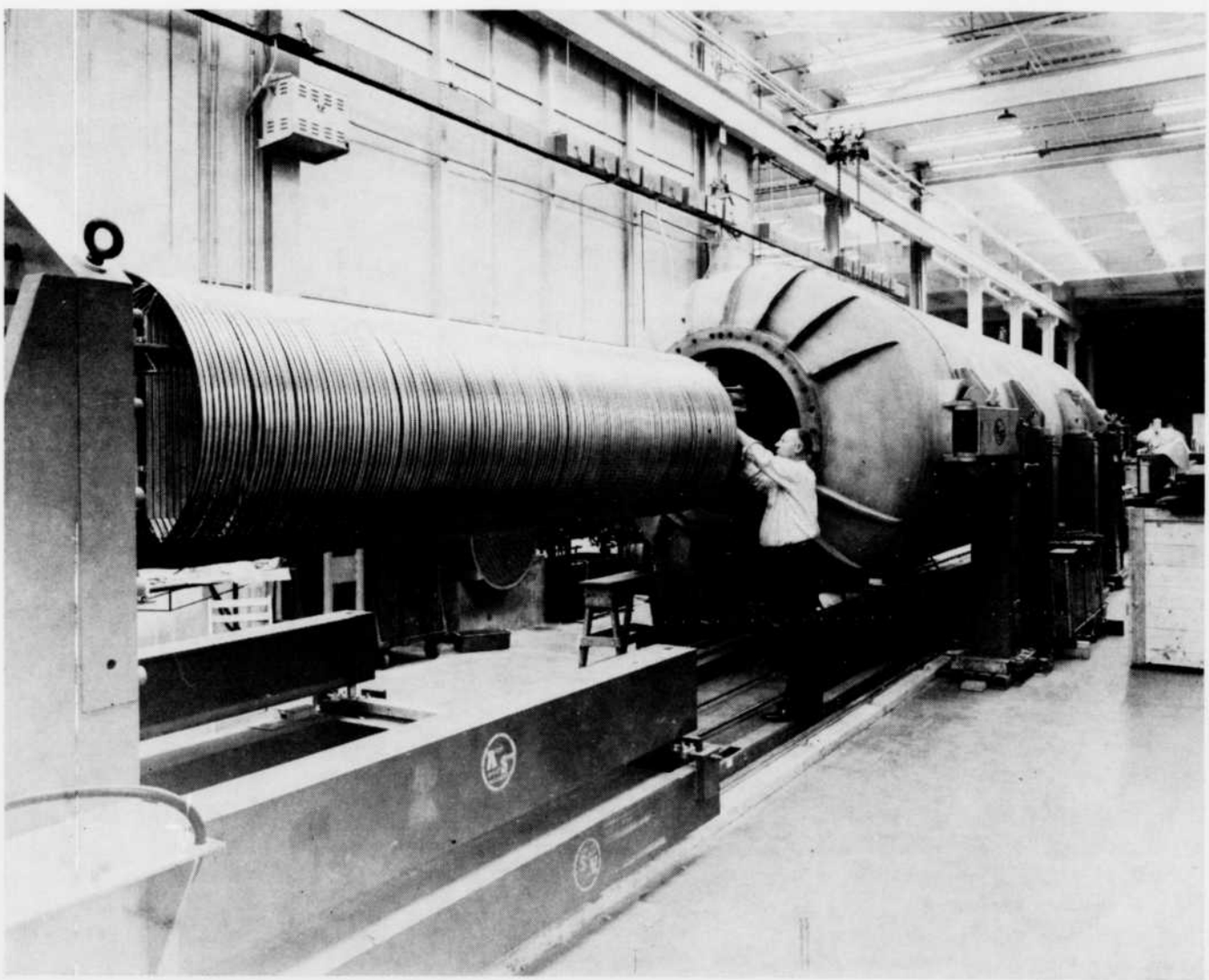
À l'Université de Montréal

LE LABORATOIRE DE PHYSIQUE NUCLÉAIRE

et le rôle de l'ingénieur physicien

par *ROCH D. DES ROCHERS*

Accélérateur tandem Van De Graaff de 12 Mev., pendant l'installation.



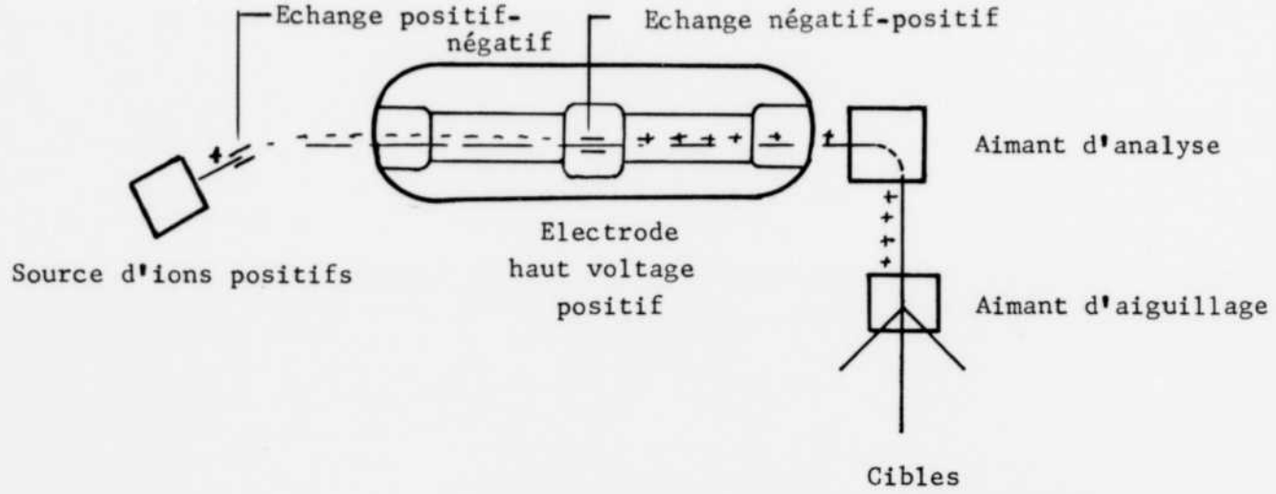


Fig. 1 — Principe de fonctionnement de l'accélérateur tandem.

L'établissement d'un grand laboratoire de physique nucléaire à l'Université de Montréal a déjà fait l'objet d'une chronique dans l'INGÉNIEUR du mois d'août. Ce laboratoire présente plusieurs aspects intéressants pour l'ingénieur, car son établissement et son fonctionnement touchent plusieurs branches du génie. En plus d'esquisser le fonctionnement des accélérateurs et le projet de laboratoires, cet article traitera du rôle de la recherche en physique nucléaire et du rôle de l'ingénieur physicien.

Les accélérateurs

Le laboratoire de physique nucléaire sera muni de deux accélérateurs à tension continue du type tandem, utilisant un dispositif qui permet de doubler ou même de décupler l'énergie des particules. La tension continue, de plusieurs millions de volts, est distribuée sur une colonne d'accélération qui imprime une très grande vitesse aux particules atomiques chargées ou ionisées. Le principe du tandem est illustré à la figure 1. Une source d'ions positifs de forte intensité, au potentiel de la terre, produit un faisceau intense d'ions positifs, par une combinaison de champs électriques et magnétiques qui enlèvent au moins un électron aux atomes de gaz. Ces ions sont extraits de la source par un potentiel de 50 à 300 kv., et passent par un canal d'échange (de l'hydrogène à basse pression) où ils acquièrent une charge négative. Les ions négatifs sont alors accélérés par le potentiel de plusieurs millions de volts à l'électrode du tandem. A l'intérieur de cet électrode, on renverse à nouveau la polarité des ions en leur faisant traverser un gaz, qui par collision arrache un ou plusieurs électrons. Les ions devenus positifs sont accélérés en ligne droite vers l'aimant.

Pour un voltage V sur l'électrode, les ions à charge négative unique à l'entrée du tandem acquièrent une énergie eV avant d'être transformés en ions positifs à l'intérieur de l'électrode central. Une fois chargés positivement, ils sont accélérés à nouveau avec une énergie neV, n étant le nombre de charges positives de l'atome, autrement dit le nombre d'électrons enlevés à l'atome neutre. Le faisceau sort donc de l'accélérateur tandem avec une énergie (n + 1) eV. Pour des protons ou noyaux d'hydrogène, avec une seule charge, le faisceau accéléré par le tandem, à un potentiel de 6 millions de volts, a une énergie de 12 millions d'électrons-volts (Mev.). Pour un ion lourd, comme l'iode, on peut enlever 12 électrons et avoir un faisceau de 78 Mev.

Le tandem Van De Graaff, illustré sur les photographies, utilise le transport par courroie isolée de charges déposées sur l'électrode à haute tension par des pointes. Ce voltage peut atteindre 7 millions de volts.

L'accélérateur tandem injecteur, qui utilise un circuit de multiplication de voltage pour atteindre une haute tension continue de 4 millions de volts, sert à élever la gamme d'énergie des particules, en injectant un faisceau d'une énergie maximum de 4 millions de volts dans le tandem Van De Graaff. L'injecteur qui peut avoir une polarité positive ou négative peut être utilisé seul, comme on peut le voir sur la figure 2. Il est capable de courant élevé, de 1 milliampère de protons. En tandem, on obtient des protons de 8 millions de volts à courant dix fois moindre. Des récents développements permettront d'ici peu d'utiliser des sources d'ions négatifs, sans avoir recours au canal d'échange, pour l'utilisation de l'injecteur en tandem à polarité positive. On peut voir, par la figure 2, que l'installation de deux accélérateurs en tandem donne beaucoup de flexibilité pour un grand nombre d'expériences en physique nucléaire.

A la sortie des accélérateurs (voir figure 3), le faisceau est soumis au champ magnétique de l'aimant analyseur à 90°. Le faisceau soumis

à la force du champ magnétique F = Bev, suit alors une trajectoire circulaire. Dans le dessin de l'aimant, le faisceau sort à 90°. Ceci permet l'analyse d'énergie du faisceau : Par ajustement de fentes à l'entrée et à la sortie, un rayon de trajectoire définit l'énergie du faisceau et sa résolution. Le champ de l'aimant est stable et mesuré par résonance magnétique. Les fentes de sortie de l'aimant servent aussi à contrôler l'énergie du faisceau : une partie du faisceau est interceptée, et produit un courant égal sur les deux fentes quand l'énergie est exactement celle pour laquelle le champ de l'aimant analyseur est ajusté. Si l'énergie du faisceau varie, le faisceau sera dévié vers l'une ou l'autre fente, dont le courant augmentera en proportion de la hausse ou de la baisse d'énergie du faisceau. Un circuit de contre-réaction vient alors ajuster le voltage de l'accélérateur pour rétablir un courant balancé, et maintenir l'énergie du faisceau à moins de 0.1%. Le faisceau peut alors être focalisé au moyen d'une lentille magnétique sur un poste de cibles. Le faisceau de l'injecteur est dirigé vers un poste de cibles uniques. Par contre, le faisceau du Van De Graaff, seul ou en combinaison avec l'injecteur, peut être aiguillé à 6 différents postes. Un premier aimant permet d'aiguiller le faisceau sur un de quatre tuyaux de cibles à 0°, et plus ou moins 15 degrés dans la première salle de cibles, ou à 45 degrés vers un deuxième aimant d'aiguillage qui peut servir 3 postes dans la deuxième salle de cibles. Chacun des aimants d'aiguillage peut avoir 7 sorties (à 0° ± 15°, ± 30°, ± 45°), soit un total de 13 postes possibles. Les plans actuels sont pour l'utilisation d'un second aimant d'aiguillage de 0° et ± 25° dans la deuxième salle de cibles, pour un total probable de 7 stations d'expériences, dont une à la sortie de l'injecteur.

Cette installation est très flexible et permet l'utilisation de deux pièces pour la préparation d'expériences, pendant que le faisceau est utilisé pour une expérience dans l'autre salle.

Le faisceau peut aussi être utilisé directement à la sortie de l'accélérateur sans analyse précise d'énergie pour bombarder une cible, pour la production de radio-isotopes. Ce bombardement peut se faire directement, ou par des neutrons produits par une cible adéquate, tel que le Li^7. Ces isotopes produits par le bombardement peuvent servir au diagnostic ou à la thérapie en médecine, pour la recherche en physiologie et en radiochimie.

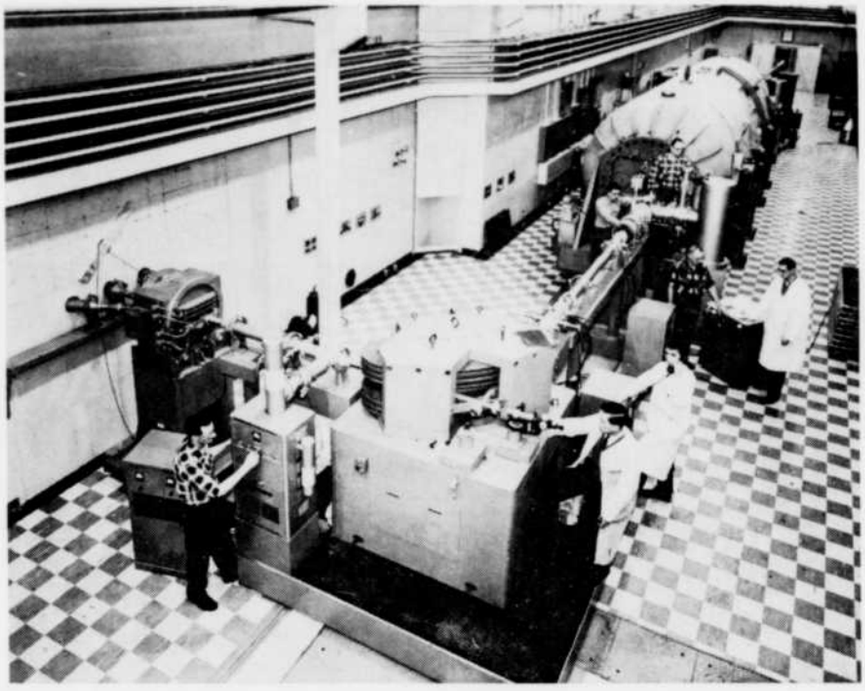
Le laboratoire de physique nucléaire

Les accélérateurs tandem produisent en général un faisceau d'énergie bien défini et relativement faible. Le danger de la radio-activité est de beaucoup inférieur à celui d'un réacteur atomique ou d'un grand accélérateur de centaines de Mev, comme un cyclotron ou un bèvatron. Il faut cependant prendre de grandes mesures de sécurité et de blindage pour contrôler le niveau de radio-activité. La section du laboratoire contenant les accélérateurs et les salles de cibles sera en partie sous terre, dans la pente du Mont-Royal. A l'intérieur, les murs de béton ont au moins 3' d'épaisseur et atteignent 5' à certains endroits. On ajoute aux agrégats ordinaires du borax (5 livres/verge cube) pour augmenter l'atténuation des neutrons.

La salle des accélérateurs mesure près de 200' de long, 30' de large, et 18' de haut. Un pont roulant de 5 tonnes, à commande électrique, peut se déplacer sur toute la longueur de la pièce en passant au-dessus d'un mur mitoyen de 4' d'épaisseur et de 7' de hauteur qui sépare les deux accélérateurs.

Les accélérateurs ne sont pas réellement visibles de l'extérieur : ils sont contenus dans un réservoir cylindrique, d'environ 8' de diamètre et de 30' à 40' de longueur, remplis de gaz sous pression. Un gaz isolant est utilisé pour permettre un plus haut voltage sans étincelle entre les électrodes à haut voltage et le réservoir qui est au potentiel de la terre. Le SF_6, hexafluorure de soufre, sera employé dans les deux accélérateurs à une pression de 60 à 100 livres. Ce gaz est un des meilleurs isolants pour accélérateurs. L'électricité, l'eau de refroidissement, l'air comprimé et le gaz d'isolation arrivent aux accélérateurs par un caniveau de 36" x 18" sous les accélérateurs. Le réservoir du tandem Van De Graaff pèse 23 tonnes, et l'accélérateur complet pèse 40 tonnes. Le choix de l'injecteur n'est pas encore fait, mais son poids et ses dimensions seront du même ordre de grandeur ou peut-être un peu inférieur. Pour soutenir ces poids, et permettre d'aligner avec stabilité le tuyau du faisceau sur une longueur de 150', le plancher devra avoir une capacité portante de 2000 livres/pieds carré.

Les deux grandes salles de cibles du tandem Van De Graaff, 44' x 50' et 42' x 51', sont aussi blindées par des murs de 3' de béton. La hauteur est de 30' et permettra des expériences sur des neutrons, qui sont facilement réfléchis par les murs et plafonds. La petite salle de cibles au bout de la première grande salle est appelée "salle à rayons gamma" : (elle sera réservée aux expériences de réactions qui produisent des rayons gamma). Ce genre d'expériences, surtout si le physicien cherche des corrélations d'impulsions, doivent se faire avec un minimum de bruit de fond de radiation gamma. Or, la plupart des terres et graviers utilisés pour le béton contiennent du potassium, qui à l'état naturel, contient 0.01% de l'isotope radio-actif stable K^{40} (1.27×10^9 années). Cette radio-activité est négligeable pour l'homme, et fait partie du niveau naturel de radio-activité. Elle peut cependant



Accélérateur tandem Van De Graaff de 12 Mev., installé.

donner des fausses indications aux compteurs ultra-sensibles. Pour cette raison, la salle à rayons gamma sera construite en béton à l'ilménite, minerai de litane et de fer extrait près de Baie St-Paul, Québec, qui, tout en réduisant le bruit de fond par un facteur de 10, est un blindage 50% supérieur au béton ordinaire pour les rayons gamma venant de l'extérieur, et deux fois plus efficace que le béton ordinaire pour arrêter les neutrons. Ce béton qui malheureusement a un prix de revient de 8 à 10 fois plus élevé que le béton ordinaire, sera aussi utilisé pour la salle de cibles de l'injecteur. Le poids de ce béton est d'environ 240 livres/pied cube contre 140 à 160 livres/pied cube pour du béton ordinaire.

Au-dessus de la salle des accélérateurs se trouve la salle des machines et les services des accélérateurs. Il y a d'abord un système pour entreposer le gaz d'isolation. Pour l'installation et l'entretien des accélérateurs, il faut d'abord en sortir le gaz d'isolation et l'entreposer sous pression dans un réservoir. Pour exploitation, une pompe fait le vide dans le réservoir de l'accélérateur, qui est ensuite rempli de gaz à la pression voulue. Le gaz est alors circulé de nouveau pour l'assécher. De l'espace est aussi réservé pour des génératrices de courant continu et des alimentations transistorisées de plusieurs kilowatts pour les aimants. Le courant est contrôlé à distance dans la salle de commande.

La salle de commande, de 2,500 pieds carrés, est réellement le coeur du laboratoire. On y commande les accélérateurs et les expériences de physique nucléaire. Il y a deux consoles, une pour chaque accélérateur, avec commande et cadran indicateur, contrôle de fonctionnement des accélérateurs. En plus d'indications des systèmes à vide, on peut changer à volonté le courant et le voltage des sources d'ions, contrôler l'énergie du faisceau en variant la charge sur la courroie ou les pointes de décharge pour changer le voltage du tandem, en coordonnant le champ magnétique analyseur et focaliser le faisceau au moyen de lentilles magnétiques quadrupolaires.

Quand l'accélérateur fonctionne, le niveau de la radio-activité peut être assez élevé dans la salle des accélérateurs et la salle de cibles. Pour empêcher le personnel d'y pénétrer, la salle de commande, qui a les indications du niveau de radiation, peut verrouiller à distance les portes de ces salles et avertir le personnel s'il y en a.

Un système de télévision à circuit fermé permet de voir à l'intérieur des salles, par exemple, si une indication visuelle de la focalisation est déterminée par la fluorescence du faisceau sur un quartz. Dans d'autres cas où la radio-activité est assez faible, des ajustements peuvent se faire sur place en communication avec le pupitre de commande, par système d'inter-communication. Un système de comptage indique alors la dose radioactive absorbée et une alarme est déclenchée quand la dose permise est atteinte.

Des centaines de cables coaxiaux arrivent des salles de cibles, relient les différents compteurs et préamplificateurs aux appareils électroniques de recherche. Les impulsions des détecteurs sont dirigées vers des amplificateurs, des échelles, des circuits logiques de coïncidence et autres appareils électroniques qui

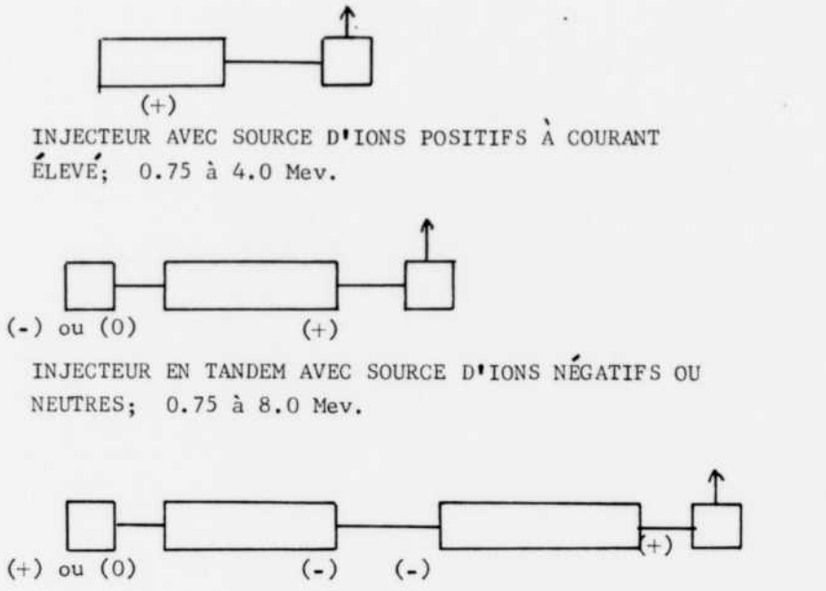


Fig. 2 — Différentes configurations possibles des deux accélérateurs tandem.

analysent les résultats des expériences. Ces appareils couvrent les murs de la salle de commande en compagnie d'alimentations stables qui fournissent les courants et les voltages distribués aux salles de cibles aussi bien qu'à l'instrumentation de la salle de commande.

Pour diminuer le nombre de circuits spécialisés nécessaires à l'analyse des données expérimentales, et pour permettre une analyse plus rapide et plus complète, donc une meilleure utilisation des accélérateurs, une petite calculatrice (ordinateur) analysera les données des compteurs au fur et à mesure que l'expérience progresse. La plupart des centres de physique nucléaire ont déjà ou sont à installer une calculatrice pour l'analyse rapide et immédiate des expériences. On conçoit un système ayant les caractéristiques suivantes :

— Capacité de mémoire : 16,000 mots
— Accès à la mémoire : 2 microsecondes
— Longueur des mots : 24 bits minimum
— Entrée, calcul et sortie simultanés
— Ruban magnétique et carte à l'entrée et à la sortie
— Oscilloscope de 16" avec stylo lumineux.

Il est à remarquer qu'avec l'oscilloscope et le stylo lumineux, il n'est pas nécessaire dans la majorité des cas d'imprimer les résultats. N'importe quel point du spectre d'énergie ou toute région donnée peut apparaître en nombre sur l'oscilloscope en donnant l'instruction par la dactylo. Par exemple, intégrer l'énergie du point 1 (indiquée sur l'oscilloscope par le stylo lumineux et apparaissant en nombre) au point 2. Le résultat numérique apparaît sur l'oscilloscope. Si le spectre entier ou une partie seulement est désirée, ce qui est rare, l'ordinateur reçoit une commande de déverser la mémoire dans le ruban magnétique, qui est apporté au centre de calcul pour être imprimé sur papier à mille lignes par minute et être étudié à souhait.

Le rôle de la physique nucléaire

Les hautes énergies obtenues des accélérateurs servent à étudier la structure nucléaire. Les particules avec leurs hautes énergies pénètrent dans le noyau des cibles et en changent la structure. Les particules constituant le noyau ou nucléons, sont alors excitées à des états d'énergie plus élevée et instables. Le retour à un état stable peut se faire par émission de rayons gamma, ou par fission, avec noyaux résiduels de masses différentes, avec émission de protons, de rayons particules alpha ou de beta ou de neutrons. La mesure du temps de ces changements, de distribution angulaire et d'énergie des particules ou rayons émis, et des masses des noyaux résiduels permet de reconstituer la structure du noyau. D'une façon élémentaire, le noyau a un peu une

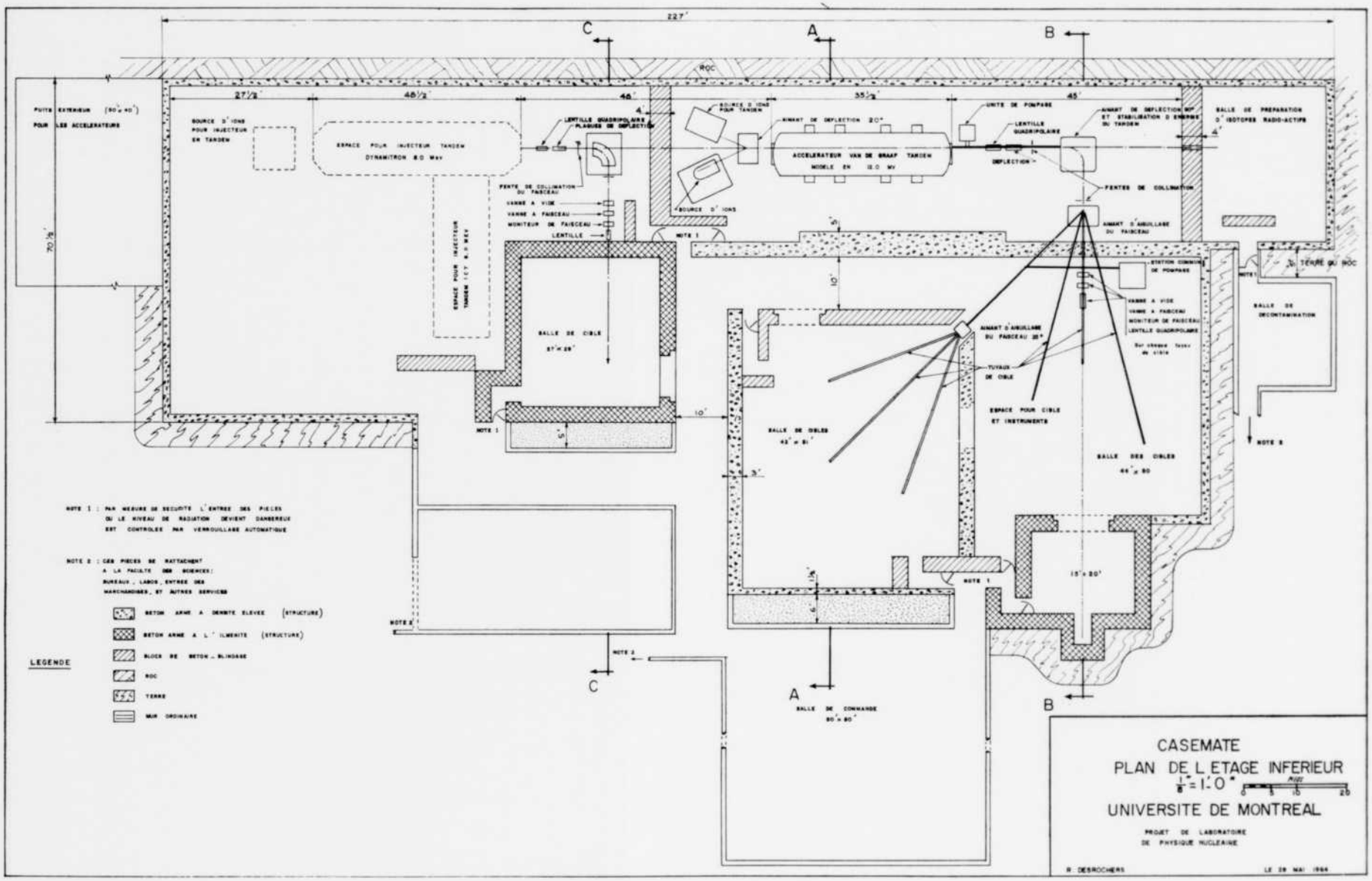


Fig. 3 — Plan du laboratoire de physique nucléaire.

structure planétaire, avec différentes couches correspondant à différents niveaux d'énergie. C'est surtout pour l'étude de ces niveaux d'énergie, des forces entre nucléons, que seront utilisés les accélérateurs. Par analogie, on peut considérer les particules à hautes énergies, selon la mécanique ondulatoire, comme la "lumière" à très courte longueur d'onde qui permet de "voir" la structure du noyau. On peut considérer l'accélérateur comme un puissant ultra-microscope.

La possibilité d'obtenir de l'injecteur des courants élevés de l'ordre de milliampère à très haute énergie et de plusieurs millions de volts, est très intéressante pour le physicien. Elle lui permet d'étudier des réactions à faible rendement, par exemple la fluorescence résonante. Le courant élevé qui produit plus de réactions, donc plus de comptes détectés permet de s'élever au-dessus du bruit de fond en obtenant un plus grand nombre de particules dont une fraction seulement produit la réaction désirée.

Le domaine de la physique nucléaire, depuis les concepts de base de machines à hautes énergies jusqu'à la réalisation, a toujours été un champ fertile pour la coordination entre la science et la technologie. Le besoin de la physique et des physiciens a été à la base de nombreuses avances dans la technique du haut voltage, du vide poussé, de l'électronique à impulsions très courtes, pour n'en nommer que quelques-unes. Souvent des physiciens, pratiquant une nouvelle forme de génie, ont amélioré les pompes à vide, les joints hermétiques, la transmission de micro-ondes (technique du radar). Aussi, on a vu des ingénieurs s'intéresser aux problèmes de la physique et faire de la recherche.

La diversité des disciplines et des techniques que l'on trouve dans un laboratoire de physique nucléaire est étonnante : théorie nucléaire, physique solide, plasmas, traitement de l'information, particules polarisées, ionographie, électronique, optique ionique, technique du vide, haute tension, basse température, radiochimie, biophysique et bien d'autres. De plus, les travaux doivent nécessairement être à l'avant-garde dans tous ces domaines.

En plus de faire des recherches en structure nucléaire, le laboratoire de physique nucléaire de l'Université de Montréal aidera à la formation de scientifiques dans bien des domaines. Chaque année, de nouvelles statistiques viennent montrer le besoin d'ingénieurs et de scientifiques pour la recherche industrielle, qui est à la base du développement économique et industriel. Malheureusement, le manque d'aménagements amène souvent les nôtres vers d'autres pays pour leur entraînement, et souvent par la suite, pour leur travail.

Le rôle de l'ingénieur physicien

Dans ce laboratoire de physique nucléaire, et aussi dans d'autres laboratoires de recherches universitaires, gouvernementales ou industrielles, le travail de l'ingénieur physicien a des exigences multiples : pour l'établissement du laboratoire, il doit connaître les aspects des génies mécanique, électrique et civil pour collaborer avec des ingénieurs spécialistes dans ces domaines, afin de préparer la construction avec tous les services spéciaux requis pour l'installation des accélérateurs et appareils de recherche et son blindage contre la radio-activité.

Pour l'exploitation, son rôle primordial est de libérer les physiciens du travail de génie qu'ils ont souvent eu à faire dans la préparation et l'exploitation de leurs laboratoires de recherches. Les physiciens peuvent ainsi consacrer leur énergie à la recherche pour laquelle ils se sont préparés par de longues études difficiles. L'ingénieur physicien désire faire le trait d'union entre le génie et la physique, pour mettre facilement à la portée de la recherche scientifique le plus récent progrès de la technologie.

Pour le laboratoire de physique nucléaire, l'ingénieur doit voir à ce que les accélérateurs soient installés et mis en marche sans délai inutile. Il doit connaître à fond le fonctionnement de ces accélérateurs extrêmement complexes, fonctionnant à des potentiels de millions de volts, avec des systèmes de contrôle électroniques et électromécaniques. Il doit être familier avec les techniques du vide élevé, parce que le faisceau ionique est amené à la salle de cibles dans un tuyau d'une longueur de 100' ou plus, où doit être maintenue une pression inférieure à 10^{-6} torr. Il doit connaître l'électronique à fond : les expériences de physique doivent être entourées de centaines d'appareils électroniques pour mesurer, compter, calculer les effets des réactions nucléaires. Ces appareils sont souvent en chaîne dans différentes pièces, reliés par des cables coaxiaux qui transmettent des impulsions très faibles. C'est aussi avec des circuits électroniques qu'ils mesurent le niveau de radiation.

En général, l'ingénieur physicien peut aussi avoir à administrer l'exploitation d'un laboratoire. Il doit être au courant des plus récentes avances technologiques, capable d'augmenter l'efficacité des appareils coûteux dont il a la charge. L'ingénieur physicien doit avoir une bonne compréhension de la physique et des mathématiques, avoir une formation solide dans l'électronique qui lui permet d'utiliser les plus récentes techniques, et un désir de rester à l'avant-garde de la technologie dans tous les domaines classiques du génie.

L'Université de Montréal espère que son laboratoire de physique nucléaire, par la diversité des techniques qui seront utilisées, donnera une impulsion à la formation de tels ingénieurs, qui seront de plus en plus en demande dans les laboratoires de recherches au Canada.

Effet couronne sur les lignes à très haute tension

par
L. BOULET, L. CAHILL, B.J. JAKUBCZYK

Sommaire

Les auteurs discutent des mesures des décharges par effet couronne sur des lignes de 315 kV dans le Québec et sur une ligne expérimentale dans un laboratoire haute-tension. Les effets des conditions climatiques sont analysés et une explication du mécanisme de la décharge est donnée.

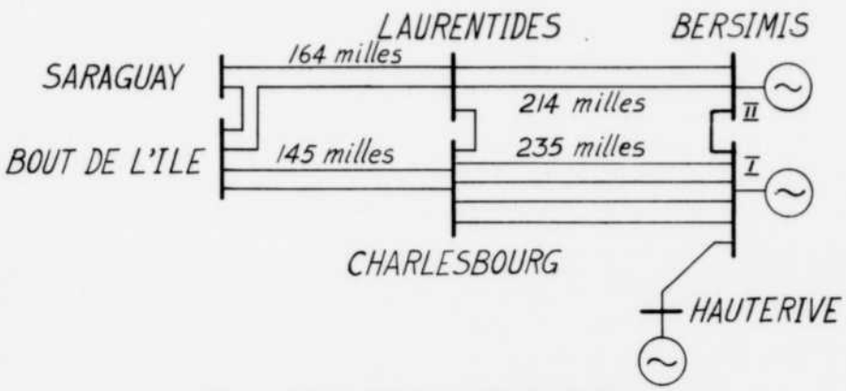


Fig. 1 Réseau 315 kv de l'Hydro-Québec.

Pour l'ingénieur des courants forts le phénomène de l'effet couronne pose deux problèmes : augmentation dans les pertes d'énergie et une interférence radio excessive. Les recherches et les mesures des cinquante dernières années ont conduit à développer des méthodes de calcul et des courbes expérimentales qui aident à déterminer avec assez de précision les pertes sur des conducteurs sans défaut de surface et avec des conditions climatiques sans précipitation. Cependant, dans les cas de précipitation (neige, brume, verglas ou pluie), les pertes augmentent sensiblement et les pertes réelles peuvent être substantiellement différentes des pertes calculées comme il est indiqué dans la référence [1].

L'étude du problème de l'interférence radio (IR) a débuté il y a plus de trente ans et plusieurs méthodes de prédire l'I.R. ont été suggérées, mais aucune ne permet de déterminer avec certitude les caractéristiques essentielles de génération d'interférence d'une ligne de transport d'énergie : i.e. la distribution annuelle du niveau de bruit, ou au moins le temps durant lequel le bruit dépasse un certain niveau acceptable.

C'est pourquoi la valeur exacte des pertes par effet couronne et de l'interférence radio ne peut être obtenue que par des mesures sur la ligne sous tension.

Mesures sur le réseau de 315 kV de l'Hydro-Québec

Comme l'indique la Fig. 1, les lignes de transport 315 kV de l'Hydro-Québec sont à double terne, excepté le circuit simple qui relie Bersimis I à Bersimis II et Hauterive. Dans la construction des premiers circuits, entre Montréal et Bersimis I, on a utilisé un conducteur 1,272 MCM Pheasant si ce n'est que pour quelques milles près de Québec et de Montréal où un conducteur 1,590 MCM Falcon a été utilisé afin de diminuer les perturbations radiophoniques.

Dans la construction des lignes Montréal-Québec-Bersimis II, un conducteur spécial 1,361 MCM Bersimis ACSR a été développé et utilisé. Trois différentes méthodes de mesures ont été utilisées pour déterminer les pertes par effet couronne sur les lignes de transport entre Bersimis et Québec :

1° Trois wattmètres monophasés ont été raccordés à chaque extrémité de la première ligne. A chaque heure, des mesures de puissance étaient prises simultanément à chacune des extrémités. On a soustrait ensuite les pertes i^2R et corrigé les lectures pour obtenir des pertes nulles par effet couronne durant des conditions climatiques idéales.

2° Depuis l'automne 1960, la puissance des quatre circuits entre le poste de Charlesbourg et Bersimis I est totalisée aux deux extrémités par des convertisseurs thermiques (constante de temps d'une seconde) qui sont reliés aux transformateurs de courant et de potentiel. La lecture de Bersimis I est transmise à Charlesbourg par une liaison micro-onde (Fig. 2). La différence entre les mesures de Bersimis et de Charlesbourg est enregistrée continuellement au moyen d'un appareil Micromax. Les pertes i^2R sont alors soustraites pour obtenir les pertes réelles par effet couronne.

3° Des convertisseurs thermiques ont aussi été placés à chacune des extrémités du circuit double entre Bersimis II et le poste des Laurentides et la même technique appliquée. De plus, on a corrigé la valeur de la résistance du conducteur en tenant compte de la température ambiante. L'effet d'échauffement du conducteur par le courant a été négligé car peu important.

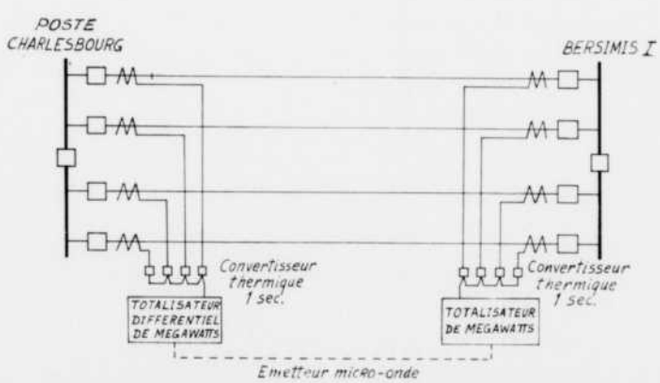


Fig. 2 Schéma de connexion pour la mesure des pertes.

Les trois méthodes ont donné des résultats semblables.

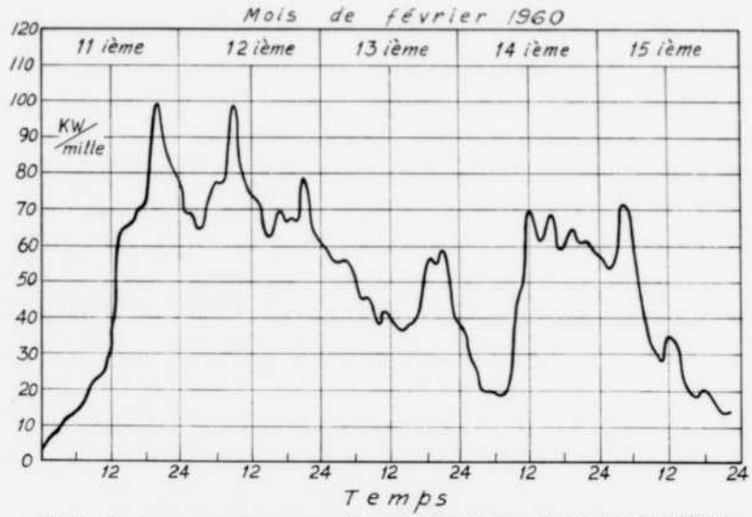
Les mesures des perturbations radioélectriques produites par l'effet couronne sur les lignes furent faites le long de la ligne Charlesbourg-Bersimis I avec un mesureur de champs Stoddart NM 20 B conformément aux normes de la Canadian Standards Association No. C 22.4 101. Pour les enregistrements, les appareils sont placés au milieu d'une portée en bordure du droit de passage, soit à 75 pieds de la ligne. Le champ est évalué en valeur quasi-crête qui traduit le plus fidèlement l'importance des perturbations parce qu'elle est fonction de l'amplitude et du nombre d'impulsions du champ perturbateur. Au lieu de la fréquence de 1 Mc recommandée par les normes, la fréquence de 0.985 Mc a été choisie pour les enregistrements car c'était la seule fréquence libre tout le temps.

Afin de coordonner les mesures des pertes et des perturbations radio avec l'état climatique des stations météorologiques ont été établies à Charlesbourg, Clermont, St-Paul du Nord et à Bersimis I. On enregistrait continuellement la température, l'humidité relative, la pression atmosphérique et la précipitation.

Résultats des mesures

Les pertes calculées par effet couronne sont inférieures à 2kw/mile durant les conditions climatiques idéales. Lorsque les pertes dépassent cette valeur, il y a un changement dans l'état de l'atmosphère. Ce changement peut ne pas être une précipitation mais une simple augmentation dans l'humidité, l'apparition de rosée, de givre ou de "poudrerie". Les pertes les plus élevées ont été enregistrées durant les grosses tempêtes de neige.

Les conditions nécessaires pour obtenir une pointe dans les pertes pendant une chûte de neige sont les suivantes :



Fi. 3 Pertes couronne mesurées sur des lignes de transport 315 kv durant la période du 11 au 15 février 1960.

TABLEAU I

Pertes par effet couronne entre Québec et Bersimis durant différentes conditions atmosphériques

Pertes	*Neige mouillée*	*Pluie*	*Givre*
Maximum kw/circuit-mile	100	50	45

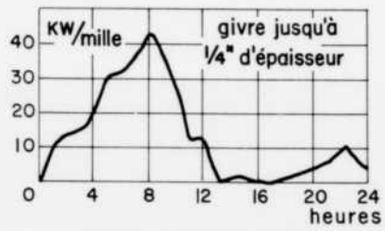


Fig. 4 Pertes couronne avec une couche de givre sur les conducteurs, 17 janvier 1961.

1° la température doit être près du point de congélation au moins pour une bonne période du temps de la précipitation

2° la précipitation doit avoir lieu sur toute la longueur de la ligne.

Un exemple des pertes couronnes maximales enregistrées est montré sur la Fig. 3. La précipitation commença à Charlesbourg durant la nuit du 11 février; elle débuta à Clermont à 05.40. A Bersimis et à St-Paul du Nord une pluie torrentielle commença dans l'après-midi. A la fin de l'après-midi, toutes les stations météorologiques, à l'exception de Clermont, enregistrèrent une très forte précipitation de pluie qui se changea en neige vers minuit. La neige se continua le jour suivant donnant, pour 24 heures, une chute de 7 pouces à toutes les stations excepté à Charlesbourg où une précipitation de 1.7 pouce fut enregistrée. La tempête se continua jusqu'au 15 et les pertes par effet couronne furent estimées à plus de 5000 megawattheures.

Les autres formes de précipitation comme la neige sèche et la pluie causent des pertes qui ne dépassent pas 50 kw/mile, comme l'indique le tableau I.

Le givre n'a été observé que quelquefois depuis la mise en exploitation et seulement une fois toute la ligne a été recouverte de givre entre Bersimis et Québec (Fig. 4). Durant les précipitations normales de pluie ou de neige, les pertes sont beaucoup plus basses que les valeurs maximales.

Les perturbations radio par beau temps se situent entre 50 et 75

μV/mètre quasi-crête à 1 mégacycle. Cependant il arrive que ce niveau est multiplié plusieurs fois sans changement appréciable des conditions atmosphériques ou de la tension de ligne. Comme résultat, le niveau de perturbation dépasse le niveau observé en période de beau temps durant 80% du temps total (Fig. 5). Les perturbations maximales atteignent environ 2500 μV/mètre et elles se produisent pendant les précipitations de pluie très forte ou de neige mouillée (Fig. 6). On remarque que le maximum du niveau des perturbations est très souvent atteint sans que la précipitation soit elle-même à son maximum au lieu des enregistrements. Une pluie légère, une neige sèche, la poudrerie et le verglas donnent des valeurs moyennes.

Comme le niveau de bruit radio dépend principalement des conditions climatiques et que les précipitations sont ordinairement plus longues en hiver qu'en été, c'est en hiver que les lignes de transport d'énergie produisent les perturbations les plus élevées. La distribution annuelle du bruit est montrée sur la Fig. 7.

Ces mesures donnent une distribution statistique d'une ligne sous tension. Cependant, pour obtenir une explication fondamentale du phénomène, il faut recourir à des mesures à atmosphrèe contrôlée. C'est ce qui a été fait dans le laboratoire à haute-tension de l'Université Laval.

Mesures dans le laboratoire

Les mesures furent prises en utilisant un cylindre de deux mètres de diamètre avec un conducteur central tel qu'indiqué à la Fig. 8. Le cylindre central est mis à la terre à travers une résistance variable R et les deux autres directement. Un groupe de lances placées à l'extérieur permet de simuler la pluie ou le brouillard avec gouttelettes de

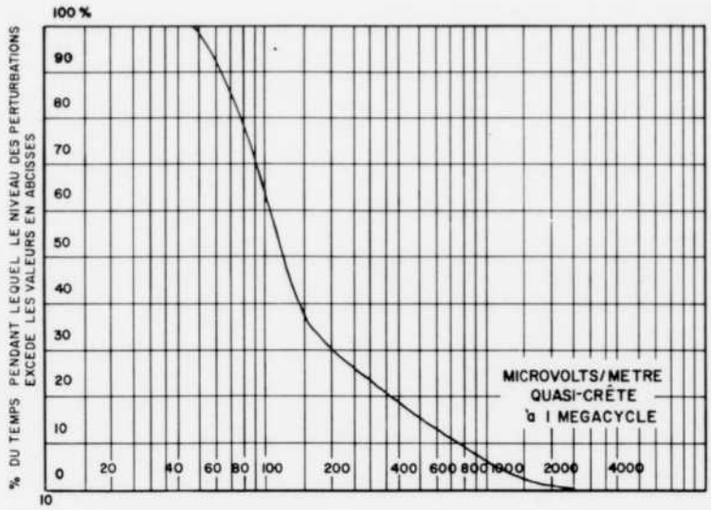


Fig. 5 Perturbations radio mesurées à 75 pieds d'une ligne 315 kV.

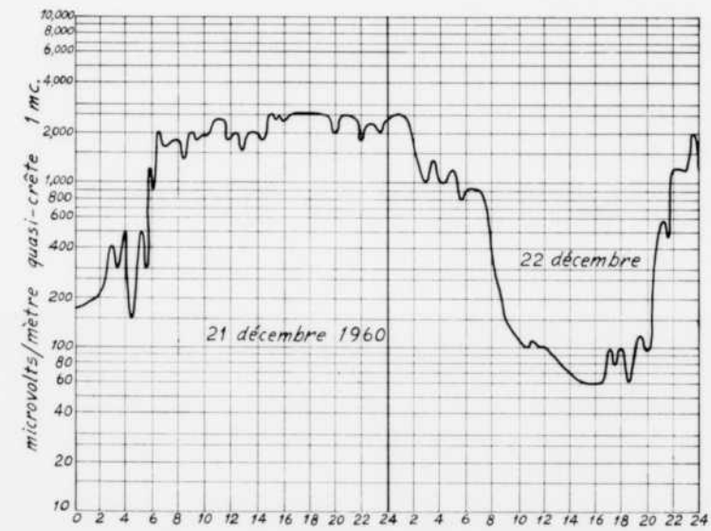


Fig. 6 Niveau des perturbations radio durant la neige mouillée.

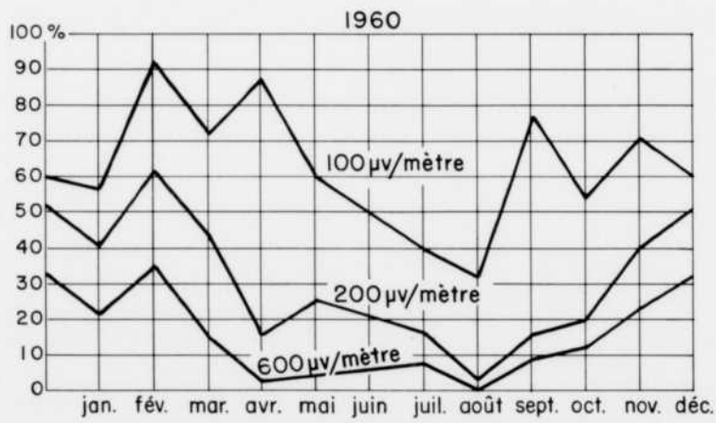


Fig. 7 Pourcentage du temps pendant lequel le niveau des perturbations radio excède les valeurs indiquées.

dimensions variables ou de laisser tomber une seule goutte à la fois. Des conducteurs du type A C S R de diamètres jusqu'à 1,590 MCM ont été suspendus au centre des cylindres par des cordes de polyéthylène.

L'influence de la neige, du givre et de la glace sur l'effet couronne a été étudié dans une chambre froide. L'oscilloscope a été utilisé pour analyser les impulsions dues à l'effet couronne. Simultanément, l'interférence radio était mesurée au moyen de deux mesureurs de champ (Empire Devices NF-105) raccordés directement à la dérivation RC sur la Fig. 9 et le Stoddart NM-20 B placé à deux mètres du bout du conducteur. Les pertes étaient calculées en utilisant les figures de Lissajou obtenues sur l'oscilloscope en alimentant son circuit horizontal avec une tension tirée du diviseur capacitif. Finalement, une caméra rapide (4000 images/seconde) a permis de vérifier le comportement des gouttelettes d'eau dans le champ.

Les mesures ont montré qu'aucune décharge ne se produit avant que le champ n'ait la valeur de l'effet couronne initiale. Cette valeur initiale est une fonction de la distribution du champ et pour des conducteurs lisses elle est donnée par la formule de Peek :

$$E = 29.8\delta\,(1 + \frac{0.3}{\sqrt{\delta\, r}})\ \text{kV/crête/cm}^{(1)}$$

où δ = densité relative de l'air
r = rayon du conducteur en centimètres.

Le gradient de la tension à la surface des conducteurs d'une ligne de transport d'énergie sous tension a une valeur moindre que celle donnée par la formule de Peek. Si on suppose que des irrégularités sur la surface du conducteur produisent des augmentations localisées du gradient de l'ordre de 20%, le champ, aux points les plus exposés, ne dépasse pas 29.3 kV/crête/cm. pour les lignes mentionnées dans la première partie de ce travail. Aussi,

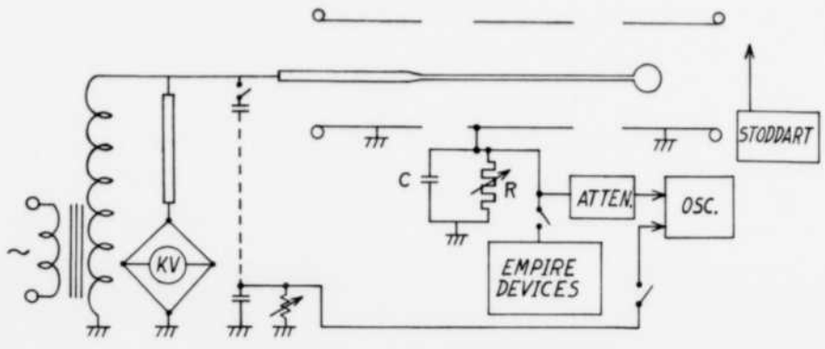


Fig. 8 Schéma du montage expérimental.

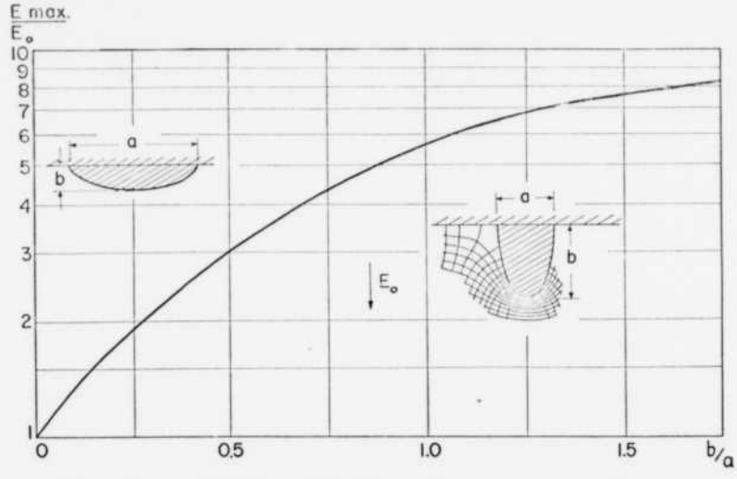


Fig. 9 Effet d'un conducteur hémi-sphéroïdal sur l'augmentation du gradient.

Fig. 10 Déformation d'une goutte d'eau sous l'influence du champ.

comme nous l'avons déjà indiqué, l'effet couronne sera tout à fait négligeable dans des conditions atmosphériques normales.

Malheureusement les gouttes de pluie, le verglas ou les flocons de neige qui adhèrent aux conducteurs produisent une très forte augmentation du champ à l'endroit qu'ils touchent. D'ailleurs, comme la constante diélectrique de l'eau, sous forme solide ou liquide, est de l'ordre de 80, ces particules ont le même effet sur le champ que des particules conductrices. De telle sorte que la valeur du champ au sommet de l'une des saillies peut dépasser de plusieurs fois la valeur initiale du champ en ce point. Des calculs, dont les résultats sont donnés sur la Fig. 9, montrent que cette augmentation est aussi fonction de la forme de la saillie à la surface. Ce changement n'existe pas à la pression atmosphérique car l'ionisation de l'air autour de la saillie redonne l'équivalent d'une surface lisse.

Il existe des différences essentielles entre l'effet des particules liquides et des particules gelées. Les gouttes d'eau, sous l'influence du champ électrique, s'allongent (Fig. 10) et produisent donc une plus grande distorsion du champ que des particules de glace. De plus, les particules de pluie adhèrent à la surface du conducteur tandis que les flocons de neige n'y adhèrent pas si la température du conducteur est plus basse que le point de congélation. Les cristaux de neige ou de givre ayant ordinairement une épaisseur de quelques dixièmes de millimètre et une longueur de l'ordre de quelques millimètres produisent des modifications différentes du champ. Les grains de neige ou les gouttes de pluie qui passent près du conducteur ont un effet similaire aux particules qui y adhèrent.

L'effet couronne sur les lignes haute-tension en courant alternatif se rencontre sous les formes suivantes :

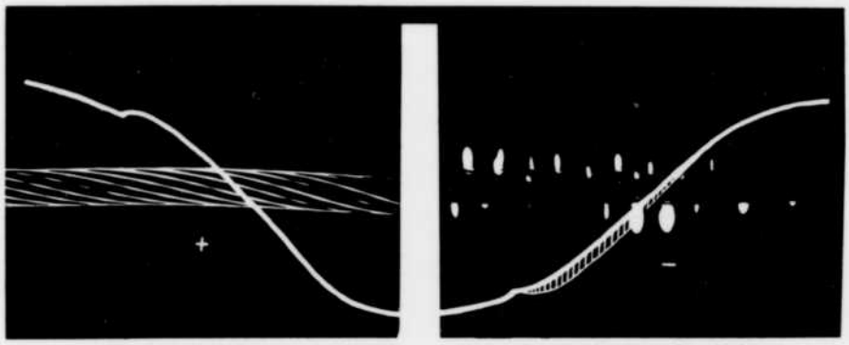


Fig. 12 Décharges irrégulières autour du conducteur Bersimis.

— des effluves luminescents fixes durant les demi-périodes positives,
— des effluves luminescents fixes durant les demi-périodes négatives,
— des décharges irrégulières positives (streamers), et
— des impulsions de Trichel.

L'augmentation de la tension produit des effluves luminescents fixes pendant la période positive et des impulsions de Trichel pendant la période négative. Sur des conducteurs toronnés les effluves adhèrent au sommet du brin où le gradient est le plus élevé (Fig. 11). On ne remarque pas d'interférence radio dans cette portion du phénomène si ce n'est que pour une courte période au début.

Le spectre des effluves positifs est constitué principalement des lignes de l'azote et du métal du conducteur.

L'effet couronne négatif est différent. Il se présente sous forme d'impulsions dont le taux de répétition augmente jusqu'à une certaine limite avec la tension. Ces impulsions de Trichel ayant de faibles amplitudes produisent peu d'interférence radio dans les conditions normales d'opération et leur spectre est pratiquement le spectre de l'azote. L'énergie des spectres positif et

Fig. 11 Effluve positif et impulsions Trichel sur conducteur toronné.

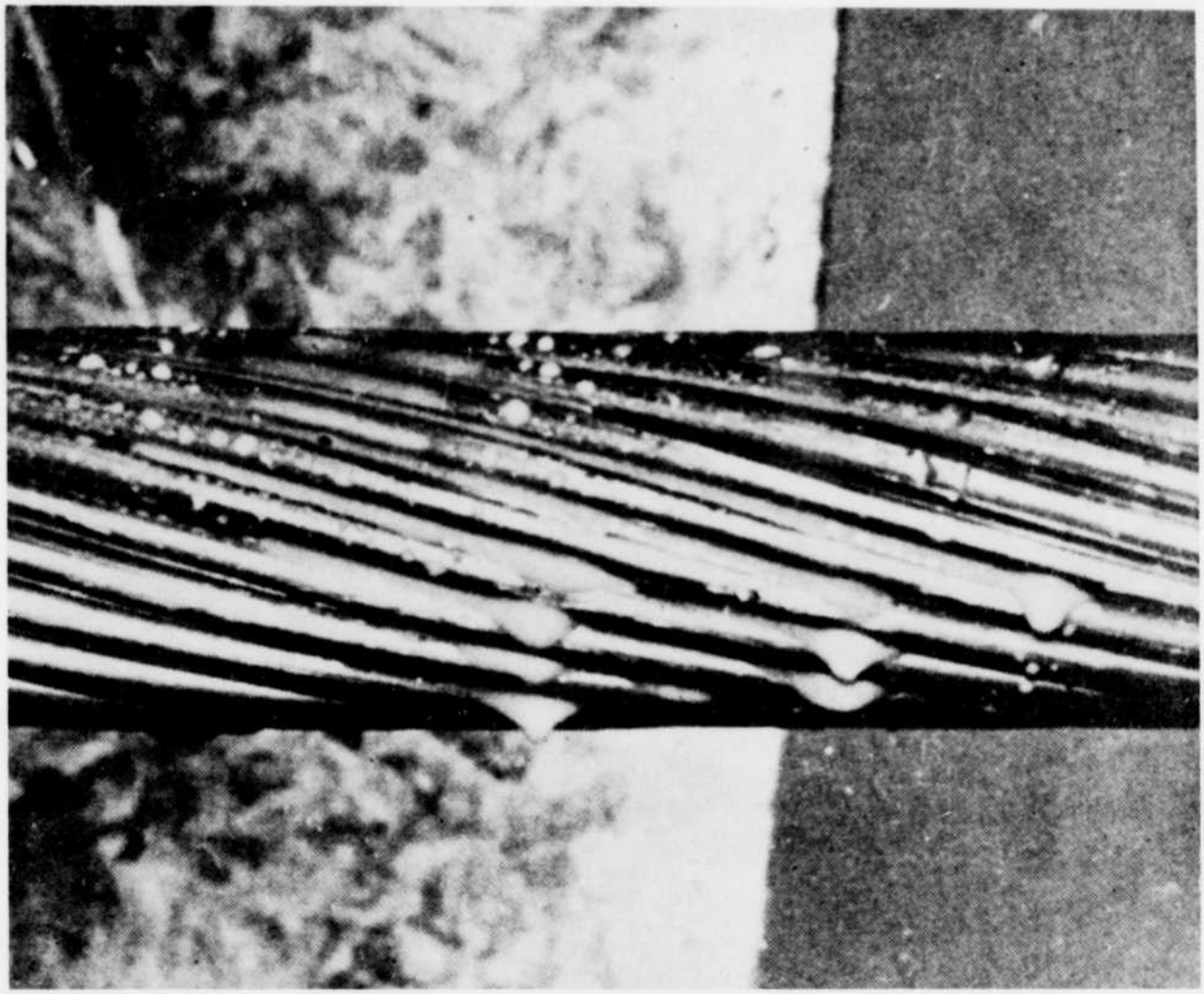


Fig. 13 Conducteur ACSR sous la pluie.

négatif se trouve principalement dans la bande ultra-violette.

Un essai en laboratoire sur des décharges d'une pointe placée au-dessus d'un plan conducteur montre que, pour des valeurs de la tension bien au-dessus de celles nécessaires pour produire les impulsions de Trichel, ces dernières disparaissent pour donner naissance à une luminescence. Contrairement aux effluves positifs, les effluves négatifs forment un espace ionisé qui n'adhère pas à l'électrode.

Si on continue à élever la valeur de la tension alternative, les effluves positifs se brisent en filaments. Ce dernier phénomène, appelé décharge irrégulière (streamer), avec une faible luminescence autour des branches (Fig. 12), a l'apparence de la foudre. Ces décharges irrégulières ont des amplitudes beaucoup plus grandes que les impulsions de Trichel et sont des sources puissantes de bruit radio-fréquence.

Les décharges autour des conducteurs d'une ligne de transport d'énergie sont fonction de l'état de la surface. La pluie, par exemple, couvre la surface de gouttelettes de différentes grosseurs (Fig. 13) qui modifient la distribution du champ suivant leurs dimensions. Le gradient de la tension autour des petites gouttelettes revient à sa valeur initiale dans une courte distance, mais la distorsion des lignes de champ par les gouttes se fait sentir sur un plus grand intervalle. Aussi, durant la pluie, on rencontre toutes les formes de l'effet couronne : sur le conducteur de Bersmis les petites gouttelettes donnent des effluves positifs et des impulsions de Trichel; les gouttes suspendues sous le conducteur produisent des décharges irrégulières (streamers).

Le phénomène est encore plus complet si on considère les décharges irrégulières par les gouttes qui s'approchent du conducteur ou qui passent à une courte distance, comme on le voit sur la Fig. 12. Généralement, pour une température au-dessus du point de congélation, les pertes sont les plus élevées et l'interférence la plus grande lorsque la pluie est abondante. On peut se demander si, en changeant les propriétés d'adhérence du conducteur, on diminue l'interférence radio et

les pertes. Après avoir recouvert le conducteur de paraffine, les mesures ont montré une forte diminution de l'interférence radio par la disparition des gouttes sous le conducteur mais une augmentation dans les pertes par l'apparition de petites gouttelettes plus nombreuses sur la face supérieure (Réf. 1). D'un autre côté, l'augmentation de la mouillabilité du conducteur diminue les pertes durant la pluie sans influencer considérablement le bruit.

Au-dessous ou autour du point de congélation le phénomène est plus complexe. Si la température est très froide la neige sèche n'adhère pas au conducteur. Dans ces conditions les pertes couronne sont faibles et l'interférence radio des décharges irrégulières produites par les flocons tombant sur le conducteur est modérée. Autour du point de congélation avec de la neige mouillée, les flocons sont plus gros et plus denses et adhèrent au conducteur et des gouttes d'eau se forment. Une interférence radio, aussi grande que dans le cas d'une pluie abondante, peut en résulter. Pour obtenir des pertes couronne aussi élevées que dans le cas d'une pluie diluvienne, le conducteur doit être recouvert d'une couche de neige. Cette condition peut se rencontrer lorsque la température est près du point de congélation ou quand une pluie verglaçante se change en neige. Dans ce dernier cas la couche de glace couverte et mélangée avec la neige peut rester sur le conducteur même si la température baisse bien au-dessous du point de congélation, et elle est la principale source des pertes couronne élevées. Comme l'indique la Fig. 14, la partie du conducteur recouvert de neige est la source d'effluves intenses et d'impulsions de Trichel. Cette couche ne cause pas elle-même de décharges irrégulières (streamers). Ces dernières se produisent dans les gouttes sous le conducteur, ou entre les particules gelées et les flocons de neige qui tombent sur la ligne.

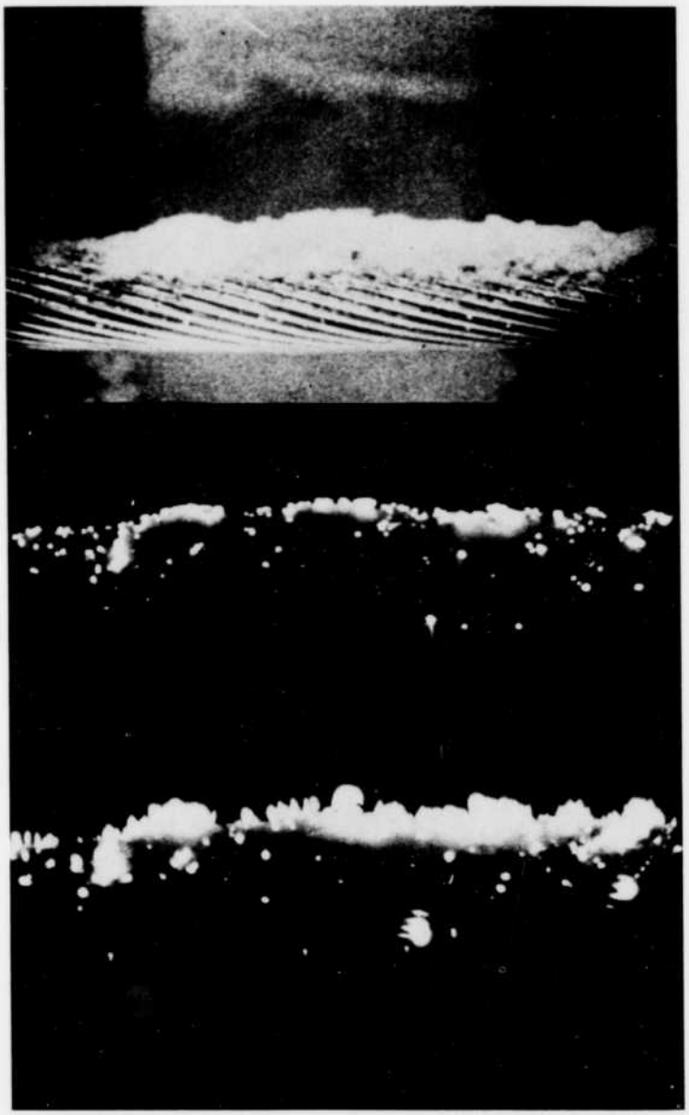


Fig. 14 Effet de la neige sur le conducteur ACSR 1,272 MCM.

Les pertes sont évidemment fonction de la couche de neige sur le conducteur; dans le laboratoire des pertes équivalentes à 290 kw/mile ont été observées tandis que les pertes maximales obtenues avec la pluie étaient de 190 kw/mile (pluie légèrement plus forte que la plus intense rapportée dans la documentation, i.e. 0.65 pouce/minute à Unionsville, Md., le 4 juillet 1956). Heureusement que ces conditions ne se rencontrent pas tout le long d'une ligne et que les valeurs moyennes sont beaucoup plus basses que celles mesurées dans le laboratoire. Cependant, dans notre province, avec une moyenne de cent jours de neige, les pertes par effet couronne et l'interférence radio peuvent causer des ennuis et chaque nouvelle ligne doit être calculée avec précaution en se basant sur l'expérience obtenue avec les lignes déjà en exploitation, les essais exécutés en laboratoire ou sur des lignes expérimentales.

Bibliographie

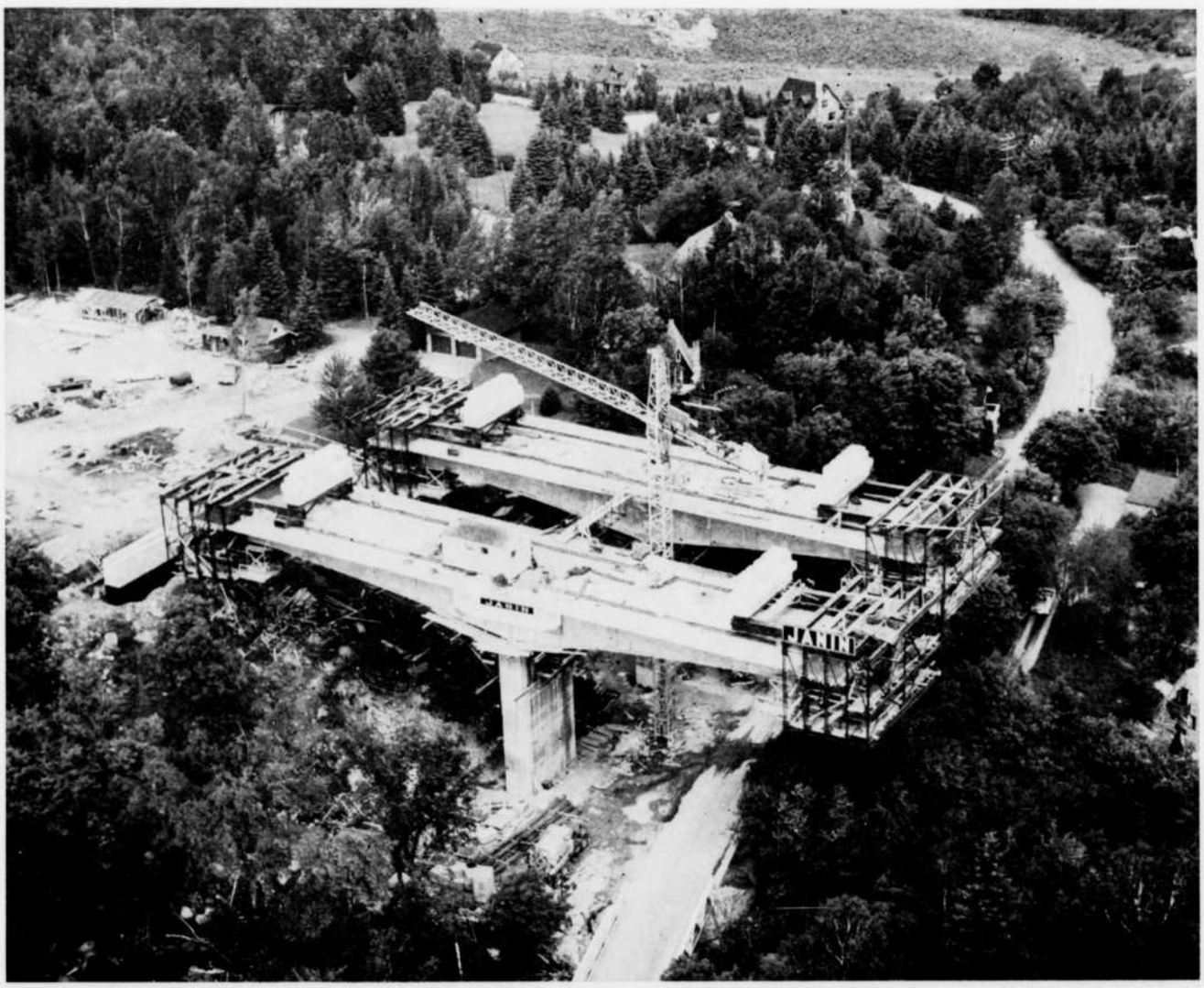
(1) L. Boulet et B.J. Jakubczyk. A-C Corona in Foul Weather. IEEE Trans. on Power Apparatus and Systems, No. 5, mai 1964, p. 508.

Béton précontraint en porte à faux

LE PONT DE VAL MORIN

par **GEORGES C. MAHIEU**

Vue à vol d'oiseau de la section construite en porte à faux sur le pilier central. Le pilier sud est construit. Les 4 équipages mobiles sont équilibrés par des contre-poids en béton.



Sommaire

Le pont décrit dans cet article franchit la rivière aux Mulets au chaînage 241+10 de l'extension de l'Autoroute des Laurentides qui, s'étendant de Montréal à Ste-Adèle, offre aux automobilistes un moyen d'accès rapide et confortable aux nombreux lacs situés dans la région des Laurentides au nord de la métropole (fig. 1).

Nous décrivons ci-après les particularités de cet ouvrage en béton précontraint de grandes dimensions, unique en Amérique du Nord par la méthode de construction en porte à faux successifs, qui permet de franchir de grandes portées sans recourir à des échafaudages coûteux et encombrants.

Introduction

La rivière aux Mulets s'est au cours des temps creusé une vallée large et profonde qu'il fallait faire franchir à l'Autoroute des Laurentides par deux ouvrages jumelés d'une longueur de 590'. Le tablier du pont devait se trouver à environ 100 pieds au-dessus de la rivière.

Le pont devait de plus s'harmoniser avec le pittoresque de la vallée qui avait attiré de nombreuses et somptueuses résidences.

La nature du sous-sol allait également influencer le type d'ouvrage à construire. Les sondages révélèrent qu'une couche de sable et gravier de 3 à 4 pieds recouvrait un till glaciaire s'étendant en profondeur. Ce type de terrain s'accommodant mal de réactions horizontales excluait toute possibilité de construire un ouvrage en arc ou en cadre rigide pour franchir la vallée.

La solution finale devait se composer d'une série de poutres ou de fermes sur des piliers dont le nombre devait être réduit au minimum pour sauvegarder la beauté du site.

La possibilité d'un pont en acier fut rejetée pour des raisons de coût d'installation et d'entretien.

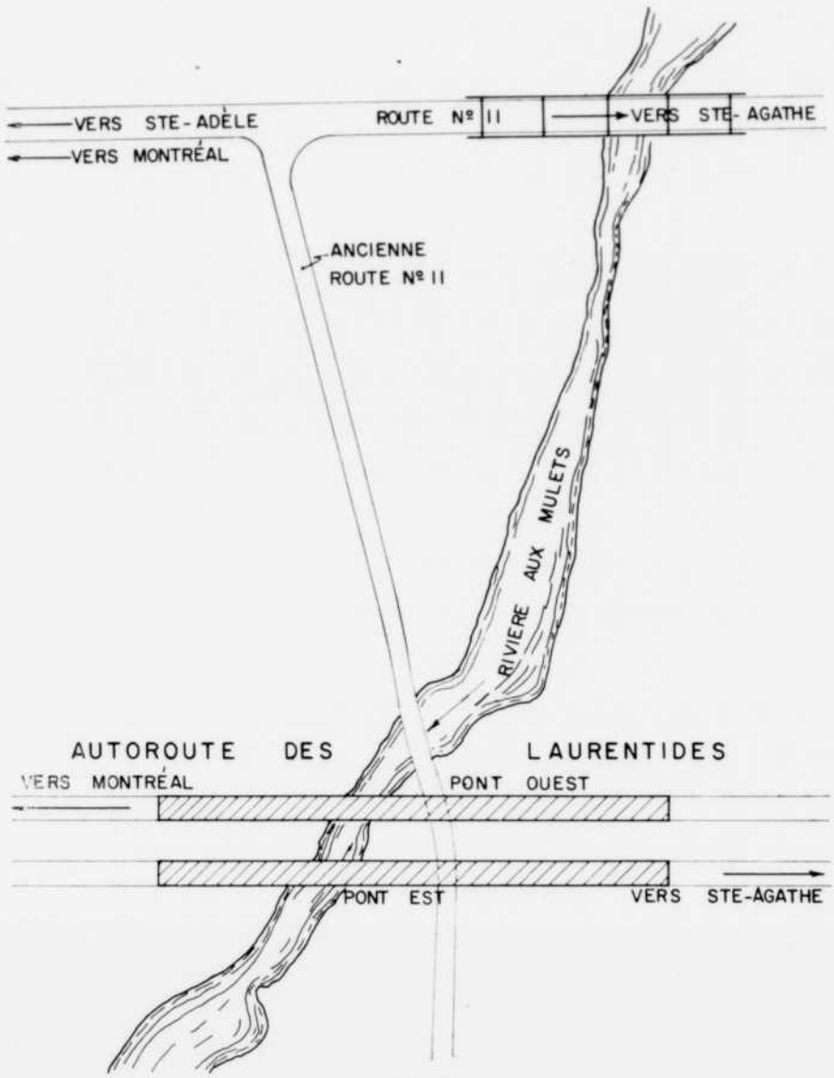


Fig. 1

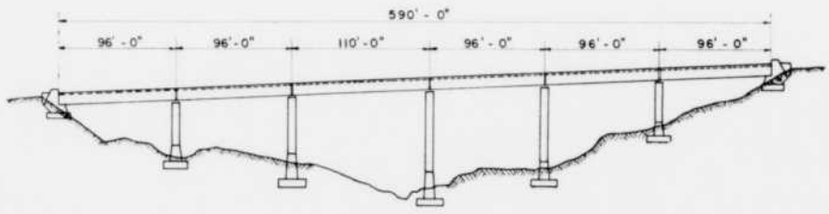


Fig. 2

La condition de réduire au minimum le nombre de piliers intermédiaires ouvrait la porte à l'emploi du béton précontraint. Deux solutions furent envisagées :

La première était un ouvrage constitué de piliers en béton armé de 100 pieds environ supportant 9 poutres de béton précontraint de 66 pouces de profondeur formant une construction composite avec le tablier de béton armé (fig. 2).

La deuxième solution, qui fut adoptée, était un ouvrage constitué de deux poutres tubulaires en béton précontraint, l'une de hauteur variable continue à trois

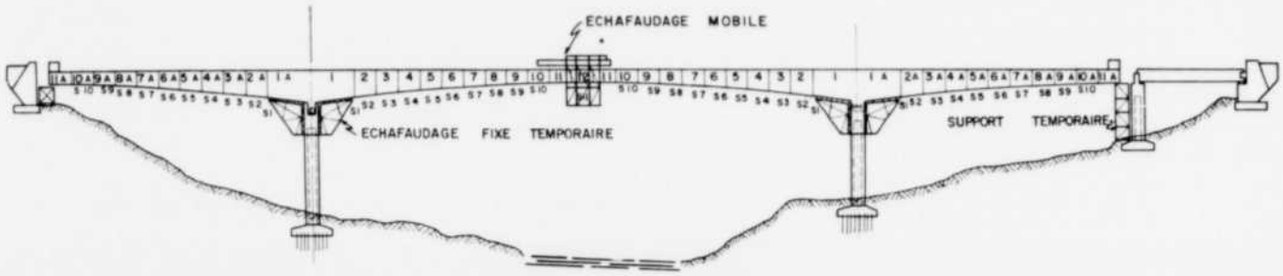


Fig. 3

travées, l'autre de hauteur constante en portée simple. La poutre continue fut coulée par porte-à-faux successifs (fig. 3).

Historique de la méthode

Le principe de construction qui consiste, partant d'un pilier, à ériger un pont simultanément de chaque côté de ce pilier en porte à faux a été pendant longtemps utilisé dans la construction des ponts métalliques en ferme ou en arc. Ce système a été récemment utilisé pour la construction du pont de l'Europe en Autriche et du pont sur le Silisia en Italie. Ce procédé semblait interdit aux constructions en béton jusqu'au jour où l'application des procédés de précontrainte transformait ce matériau et lui ouvrait toute grande la porte sur un avenir plein de réalisations ingénieuses et spectaculaires. Les ingénieurs allemands et français utilisèrent à fond ce système. Signalons quelques-unes des réalisations les plus importantes :

1) Pont sur l'Autoroute Frankfort Wurzburg, 3 travées de 262,-448,262 pieds. Ce pont fut partiellement construit en porte à faux.

2) Pont Nordwestbogen à Berlin, 2 travées en porte à faux de 279 pieds.

3) Pont de Hallosund en Suède, 4 travées de 164, 350, 350, 164 pieds.

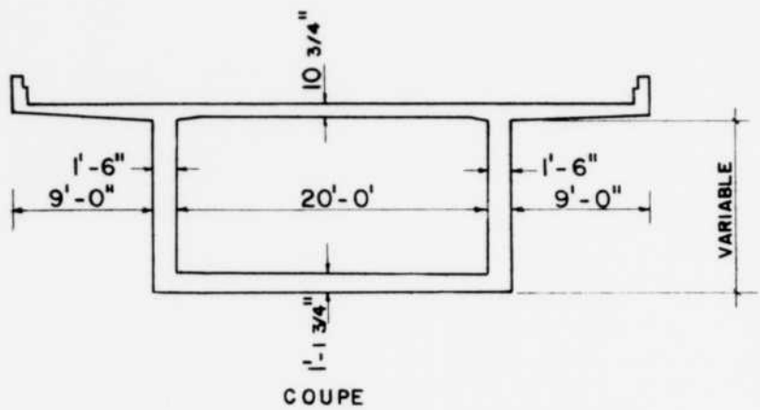


Fig. 4

4) Le pont Nada au Japon, 12 travées deux de 164, 10 de 230 pieds.

5) Pont sur le Rhin à Cologne, 3 travées de 460, 820, 460 pieds.

6) Pont sur le Vallon du Moulin à Poudre-Brest, 3 travées (longueur inconnue)

7) Pont de Charme, 3 travées de 180, 270, 180 pieds.

Tablier

Le tablier est constitué d'une poutre caisson de hauteur variable et de 23 pieds de largeur à la partie inférieure. La partie supérieure du caisson fut élargie à 41' pour constituer la chaussée. La construction du tablier débuta par la réalisation à partir du pilier central des voussoirs 1 et 1A qui furent coulés sur des cintres fixés en console sur le haut du pilier. Chacun de ces voussoirs avait une longueur de 21'2¾". Deux jours après la coulée du béton 14 câbles de précontrainte furent mis en place et tendus (fig. 4).

Un échafaudage mobile fut ensuite installé sur le dessus du voussoir 1 et un deuxième sur le dessus du voussoir 1A qui, s'étendant dans le vide, permirent de couler les voussoirs 2 et 2A en porte à faux.

La longueur de chaque voussoir était de 10'-7⅜". Dès que la précontrainte fut appliquée sur les voussoirs 2 et 2A l'échafaudage mobile fut déplacé de 10'-7⅜" pour permettre la construction des voussoirs 3 et 3A.

La construction progressa ensuite de voussoir en voussoir d'une façon symétrique par rapport à l'axe du pilier de façon à garder l'ensemble de l'ouvrage en équilibre car une différence de charge de 30 tonnes en bout des voussoirs d'extrémité amenait la rapture de l'équilibre du pont. Par mesure de sécurité ad-

ditionnelle, les cintres furent gardés sous les voussoirs 1 et 1A pendant toute la durée des travaux.

La construction de deux voussoirs symétriques y compris le déplacement des échafaudages mobiles, l'installation des formes, la pose de l'armature et la mise en précontrainte des cables, ne demandait qu'une semaine.

Dès que les 22 voussoirs accrochés au pilier central furent terminés, les échafaudages mobiles furent enlevés et les opérations recommencèrent dans le même ordre à partir du pilier sud.

La partie la plus délicate de l'ouvrage fut la construction de la clé aussi appelée voussoir 12. Il s'agissait évidemment tout en maintenant l'équilibre des quatre porte-à-faux, de faire franchir l'ouverture de 10'-7⅜" entre les consoles centrales à un cintre mobile, tout en plaçant aux extrémités des consoles de rive les contre-poids nécessaires pour assurer cet équilibre.

Cette phase critique se passa sans ennuis. Dès que le voussoir central fut coulé, des cables de précontrainte furent placés et tendus dans la partie inférieure de la poutre caisson, réalisant ainsi pour la première fois dans la vie de ce pont, un système continu et définitivement stable.

Les cintres et les blocages de bois situés au sommet des piliers qui avaient contribué à l'équilibre de cet ouvrage magistral, furent enlevés et de ce fait la poutre perdit son caractère hyperstatique. Pas pour longtemps cependant car les voussoirs proches de la culée sud et du pilier nord furent coulés et maintenus en place par des appareils d'appuis d'un genre spécial qui permettaient la rotation et le glissement horizontal des extrémités du pont mais qui empêchaient tout mouvement vertical.

Vue d'ensemble des porte-à-faux construits en partant du pilier central. Pilier sud en cours de construction.

Construction

Fondations

Le tablier est porté par deux culées et 3 piliers. Les piliers central et sud et les culées reposent sur des pieux Franki pouvant porter 125 T sous les culées et 150 tonnes sous les piliers; 63 pieux au total furent requis. Le pilier nord fut assis sur le sol par l'intermédiaire d'une semelle de fondation. La présence de gros rochers dans le sous-sol posa un problème pour le battage des pieux; il était en effet requis que les pieux aient une fiche minimum de 8' pour leur assurer une stabilité latérale suffisante et permettre l'élargissement de la base. La présence de ces rochers à moins de 8 pieds du terrain naturel pouvait donc compromettre la stabilité des pieux. Il fut donc décidé de procéder à une excavation générale à l'emplacement des piliers et des culées sur une profondeur de 8 pieds. L'excavation fut ensuite remblayée et compactée avec un matériau granulaire au travers duquel les pieux furent foncés.

Piliers et culées

La construction du pilier central marqua le début des travaux de superstructure. Ce pilier a une heuteur de 55 pieds, le pilier sud qui fut construit ultérieurement a une hauteur de 65'-6".

Le fût des piliers a une section transversale rectangulaire de 26'-3" par 6'-7". Deux larges alvéoles ont été réalisées sur toute la hauteur des piliers pour réduire au minimum le volume de béton. L'épaisseur des parois a été réduite à un pied. Le coulage des piliers se fit de façon ininterrompue au moyen de coffra-

ges glissants. La vitesse de coulée fut de 8 à 10 pouces par heure.

Des ouvertures pour l'installation des cintres nécessaires au coulage des voussoirs 1 et 1A furent aménagées dans les parois des piliers. Elles furent obturées à la fin des travaux.

La liaison définitive entre les piliers et la poutre fut réalisée au moyen de 6 appuis mobiles de type Lubrite sur le pilier sud et au moyen d'une bande de béton "plastique" de 6 pouces de largeur seulement sur le pilier central. Ces appuis n'offrant aucune résistance à la flexion dans le sens longitudinal du pont compatible avec le mode de construction en porte à faux, des blocs de chêne furent placés le long des bords longitudinaux des piliers pour recevoir les voussiors 1 et 1A et créer un couple pour maintenir en équilibre le tablier du pont pendant tout le temps que dura l'exécution des porte-à-faux.

Calcul

Le calcul du pont de Val Morin est basé sur les directives de :

1) "Standard Specifications for Highway Bridges", publié par l'"American Association of State Highway Officials."
2) "Tentative Recommendations for Prestressed Concrete", publié par le comité conjoint 323 ACI-ASCE (American Concrete Institute - American Society of Civil Engineers).
3) CSA - A33.3 "Code of Recommended Practice for Reinforced Concrete Design" (Canadian Standards Association).

Les matériaux ci-après mis en oeuvre durant la construction ont été considérés pour la détermination des efforts admissibles.

1) Béton d'une résistance à la rupture à 28 jours de 3,000 livres par pouce carré pour toute partie de l'ouvrage non précontrainte.
2) Béton d'une résistance à la rupture à 28 jours de 5,000 livres par pouce carré pour toute partie précontrainte de l'ouvrage.
3) Acier d'armature de qualité intermédiaire répondant à la spécification CSA G-30.1.
4) Acier tréfilié de 3.6 mm de diamètre (.142") présentant une tension de rupture de 298,000 livres par pouce carré et une limite élastique nominale de 270,000 livres par pouce carré pour la mise en précontrainte.
5) Des aciers dont la limite élastique variait de 36,000 à 71,000 livres par pouce carré pour la construction d'éléments secondaires tels que joints de chaussée, appareils d'appuis etc . . .

Les pertes de précontrainte dues au fluage du béton, retrait du béton et relaxation des aciers ont été évaluées à 26,000 livres par pouce carré. Cette valeur est légèrement supérieure au montant forfaitaire suggéré par le comité conjoint ACI-ASCE. Elle a été recommandée par des ingénieurs familiers avec ce genre de pont compte tenu des matériaux disponibles dans la région de Montréal.

Les pertes dues au frottement des aciers dans leur gaine ont été évalués sur les bases garanties par les fournisseurs. Elles atteignaient au maximum la valeur de 12,350 livres pour le cable le plus long, compte tenu de la courbure.

Nous ne considérons dans ce qui suit que le calcul de la poutre à trois travées. Le mode d'exécution du pont a évidemment conditionné le mode de calcul tant des contraintes dues aux charges mortes que celles dues aux charges vives. Ces contraintes ont été calculées pour toutes les sections indiquées "S" à la figure 3.

L'établissement des contraintes sous les charges vives ne présente aucun intérêt particulier. Les lignes d'influence de moment fléchissant M et d'effort tranchant T ont été trouvées pour chaque section "S" compte tenu de la variation d'inertie de la poutre et les M et T maximaux positifs et maximaux négatifs ont été évalués pour ces sections. De plus les T correspondant aux M maxima ont été évalués pour le calcul des contraintes de cisaillement.

L'établissement des contraintes dues aux charges mortes présente un intérêt particulier en ce sens que dans chaque section les efforts unitaires ont été évalués pour chaque étape de la construction. Chacune des 46 sections "S" de la poutre construite en porte à faux à partir des piliers fut étudiée pour un maximum de 27 états de charges qui furent :

— 1 état de charge pour la construction des voussoirs 1 et 1A sur cintre temporaire.
— 10 états de sollicitations correspondant à la construction des voussoirs 2 à 11 et 2A à 11A et au déplacement des cintres mobiles.
— 11 états de sollicitations correspondant à la mise en précontrainte par étape des cables supérieurs.
— 1 état de sollicitation dû à l'enlèvement d'un cintre mobile à clé et de 2 cintres mobiles aux culées.
— 1 état de sollicitation dû à la mise en place du cintre mobile à la clé et au coulage du voussoir 12.
— 1 état de sollicitation dû à la mise en précontrainte des cables inférieurs.
— 1 état de sollicitation dû à la libération des appuis sur piliers.
— 1 état de sollicitation dû à la construction des voussoirs 12A et à l'enlèvement du cintre provisoire sous ces voussoirs.

L'étude des contraintes dues aux charges mortes fut complétée par le calcul des efforts dûs aux chasse-roues, garde-corps et pose du revêtement asphaltique qui fut facilité par le tracé des lignes d'influence établies pour les charges vives.

Dès que le bureau de calcul eut établi de la sorte les différentes valeurs des moments de flexion et des efforts tranchants pour tous les états de charges possibles, l'établissement des courbes de contrainte normale et tangentielles termina une étape importante des calculs. Les contraintes maxima n'atteignent jamais les limites permises par le code, les dimensions minima étant conditionnées par des considérations d'exécution.

Les contraintes normales furent calculées sans tenir compte de l'accroissement de section dû à la présence des cables de précontrainte.

L'établissement des contraintes de cisaillement tient compte de l'effet de la variation de hauteur des sections et de l'effet des contraintes normales agissant sur la section considérée. Ces contraintes furent maximales, pour chaque section "S" lors de la construction soit du 1er voussoir adjacent à la section ou soit du 2e voussoir adjacent à la section.

Dans la suite, au fur et à mesure que les travaux progressaient, les contraintes de cisaillement décroissaient. Elles atteignaient cependant un deuxième maximum lors de l'application des charges vives. Le maximum sous l'effet des charges mortes fut atteint dans la section S9 pour une valeur de 262 livres par pouce carré et sous l'effet combiné des charges mortes et vives il fut atteint dans la section S6 pour une valeur de 155 livres par pouce carré. Il est intéressant de remarquer que lorsque le pont est en service, les contraintes de cisaillement sont inférieures à celles auxquelles il est soumis durant la construction.

Le calcul du pont proprement dit fut complété par la vérification qu'à la rupture, les facteurs de charge de 1.5 pour les charges permanentes et 2.5 pour les charges vives étaient satisfaits suivant les prescriptions des codes.

Vue générale des porte-à-faux construits sur le palier central. L'échafaudage temporaire en tête du pilier est visible.

La construction d'un pont en porte à faux successifs ne peut se terminer avec succès que lorsque les travaux sont exécutés par un entrepreneur d'expérience qui base son programme de travaux sur des courbes de déflection établies pour chaque étape de la construction.

L'établissement de ces courbes furent donc poursuivies en tenant compte de la progression successive des travaux. La coulée du voussoir de clé prouve que les soins apportés par l'ingénieur dans la marche des calculs et par l'entrepreneur à solutionner les problèmes de construction ne furent pas vains.

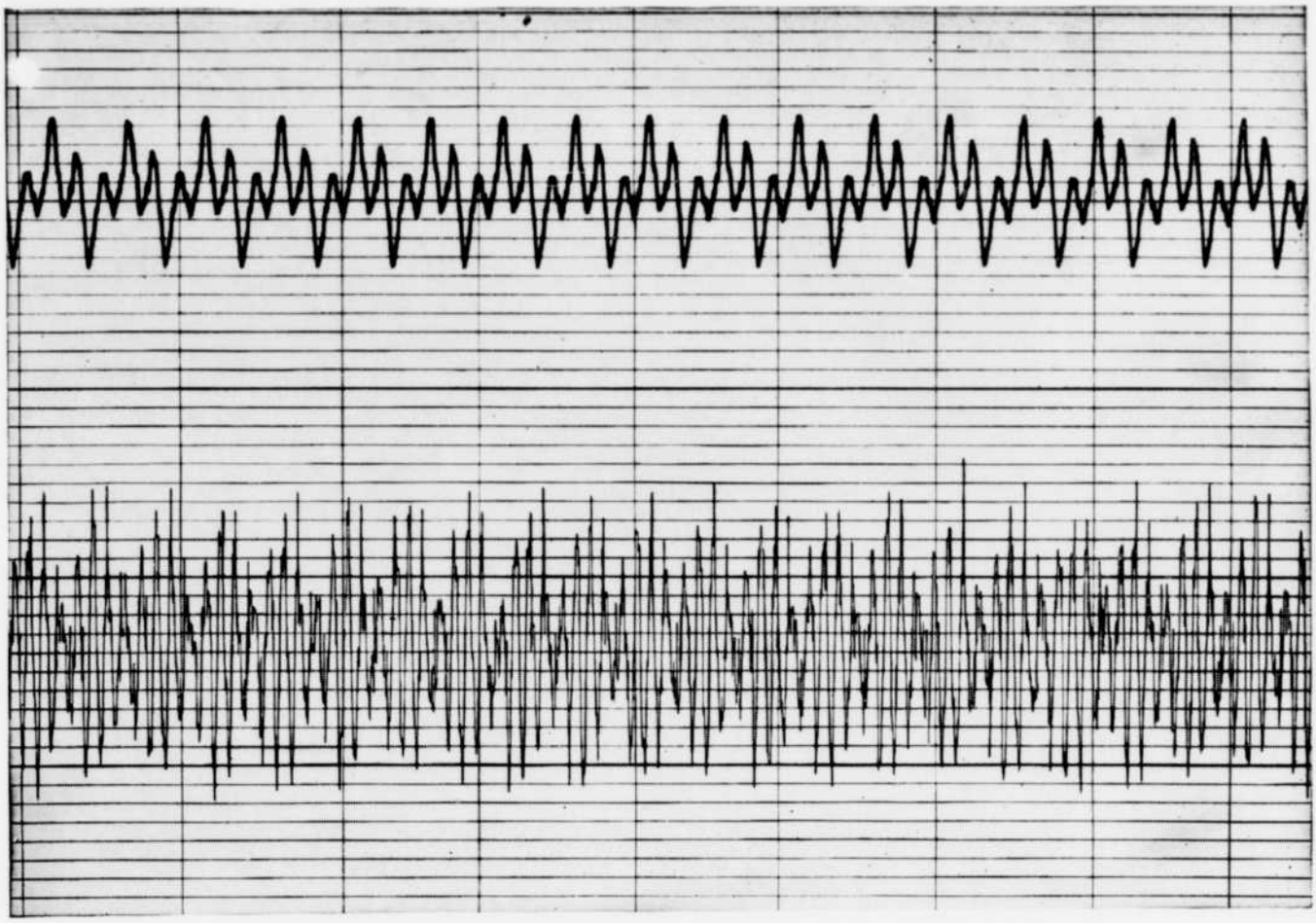
Précontrainte

La précontrainte est réalisée au moyen de cables constitués de 7 torons de 7 fils. Lors de la mise en précontrainte, ces cables furent tendus à 177 kips et ensuite la tension fut ramenée à 155 kips qui est la valeur de calcul.

Les cables supérieurs furent mis en tension au fur et à mesure que la construction des voussoirs progressait. Remarquons que les efforts de précontrainte appliqués sur une section immédiatement après la construction de voussoir adjacent n'est qu'une faible partie de la précontrainte finale qui sera appliquée sur cette section. En ce qui concerne la section S1 par exemple, 15% de la précontrainte finale est appliquée à 2 jours d'âge du béton, 21% à 9 jours, 30% à 16 jours, 45% à 21 jours. Cette précontrainte progressive ne nécessita pas l'emploi de dispositifs spéciaux pour le durcissement (curing) du béton.

Les cables inférieurs furent mis en tension après la fin du coulage de l'ensemble de l'ouvrage, les efforts ainsi induits le furent sur du béton coulé depuis plusieurs semaines.

Les dispositifs d'ancrage des cables furent fournis par la Société d'Etudes et d'Equipement d'Entreprises. Ils furent du type cylindrique à clavette qui a l'avantage de n'occasionner aucune perte lors du blocage des cables.



Le papier Kodak Linagraph à impression directe assure des tracés d'une grande netteté d'un bout à l'autre du tirage.

50,000 pouces à la seconde et même imprimés à une plus grande vitesse, les tracés sur le papier Kodak Linagraph sont nets et contrastés; tout à fait la qualité qu'il faut pour obtenir des données claires et des interprétations précises. Et cette qualité est constante; elle se retrouve dans chaque rouleau de papier Kodak Linagraph, quelle que soit la vitesse d'impression.

Les tracés sur le papier Kodak Linagraph sont visibles, sans traitement chimique, en moins d'une seconde. Ils acquièrent vite leur stabilité à la lumière ambiante, lumière fluorescente ou par plaque chauffée. Cette netteté de tracés permet aussi de reproduire facilement les documents Kodak à l'aide de divers types d'appareils de photocopie de bureau.

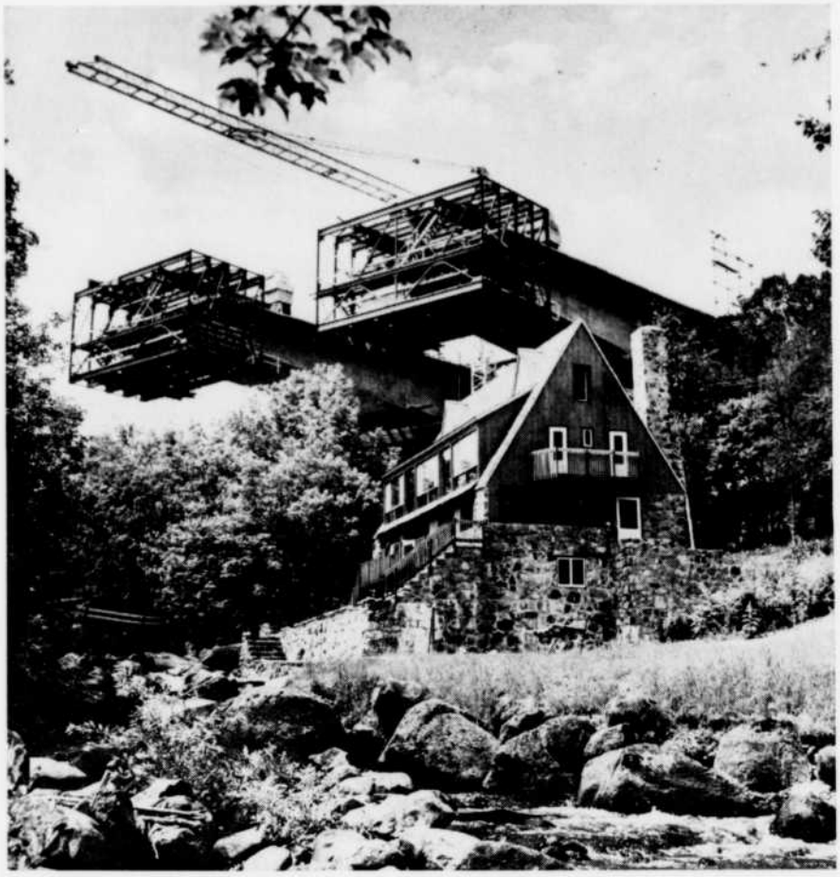
De plus, ce papier n'étant que légèrement sensibilisé, le maculage par suite de manipulations est réduit au minimum. Il se tient bien à plat, sans s'enrouler et on n'a pas à le tenir pour faire l'étude des tracés.

Le papier Kodak Linagraph est fabriqué aussi en série ultra-mince ce qui signifie plus de papier dans chaque rouleau de mêmes dimensions.

Communiquez, pour plus de renseignements, avec le représentant technique du service des ventes Kodak ou écrivez à:

Kodak
MARQUE DÉPOSÉE

CANADIAN KODAK SALES LIMITED, Toronto 15, Ontario



Construction de la travée centrale en porte à faux sur le pilier central. Les équipages mobiles sont en place pour la coulée d'un voussoir.

Contrôles

Deux types de contrôles principaux furent maintenus durant toute la durée des travaux.

Le premier fut le contrôle de la qualité du béton qui fut fait par le fournisseur du béton et par un laboratoire indépendant. Des essais de compression faits à 7 et 28 jours garantirent la résistance minimale à la rupture qui avait servi de base aux calculs.

Les déformations du pont durant la construction en porte à faux furent continuellement vérifiées de façon à ce que les deux porte-à-faux soient au niveau prévu pour permettre le coulage du voussoir de clé.

Conclusion

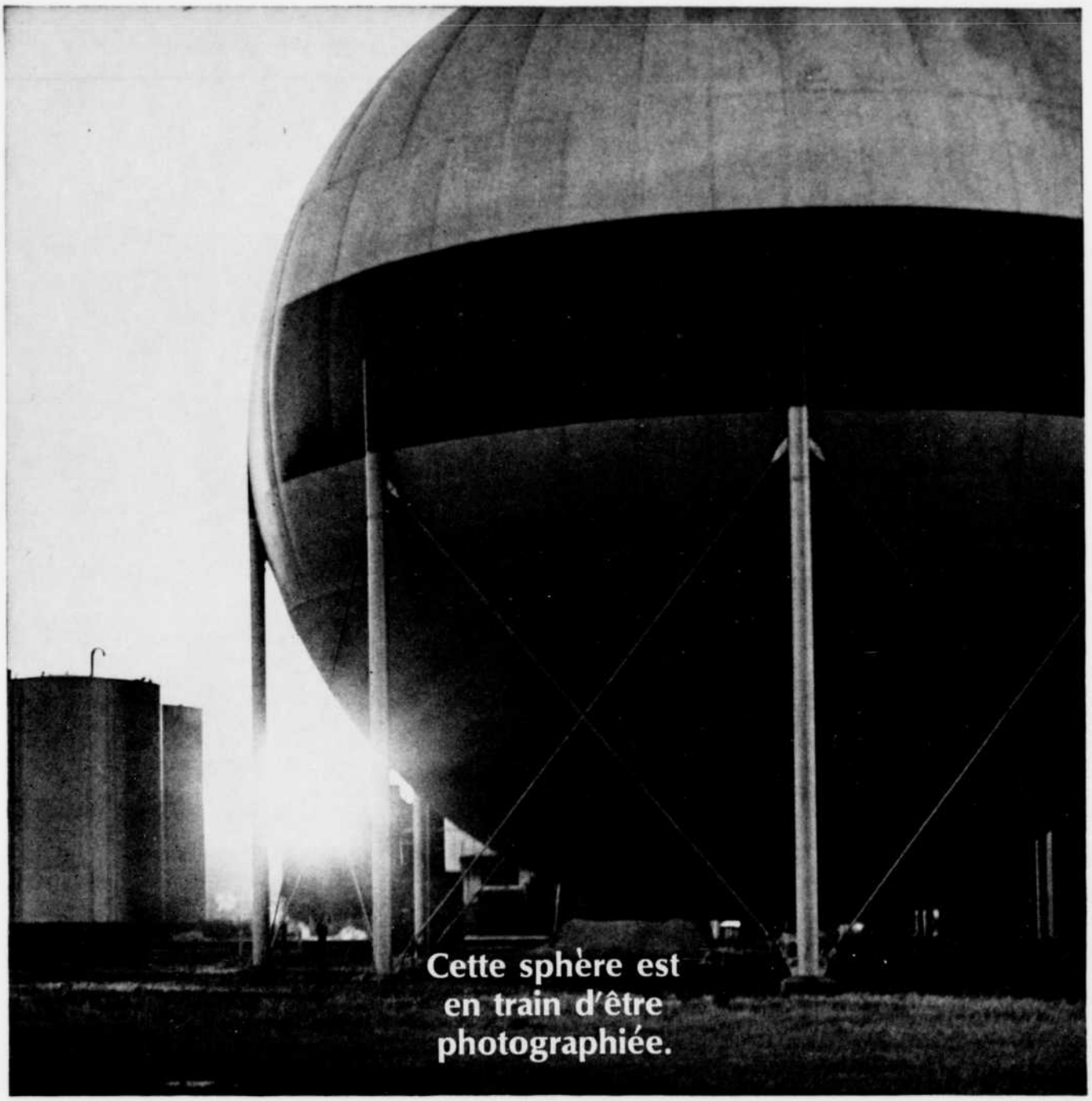
L'avantage primordial de la méthode que nous avons décrite permet de réaliser économiquement de grandes portées en béton précontraint en utilisant l'ouvrage lui-même pour porter son propre échafaudage. Cette réalisation économique vient du fait que dans la majorité des sections, les efforts normaux dans l'ouvrage final sont plus grands et de même signe que ceux qui prévalent durant la construction. Il n'y a donc pas lieu d'accroître les sections de béton ou les efforts de précontrainte pour supporter les contraintes temporaires durant l'exécution.

Les pertes de précontrainte dues au retrait et au fluage du béton sont réduites du fait que cette précontrainte se fait par étapes et que certaines de ces étapes ne sont atteintes que lorsque le béton est relativement âgé.

La cambrure du pont pourra, si le besoin s'en fait sentir, se corriger ultérieurement grâce à un certain nombre de gaines en attente dans lesquelles des cables pourront ultérieurement être placés et tendus si le besoin s'en fait sentir. Ce dernier avantage avait déjà été signalé en 1936 par le professeur Dischinger qui construisit le pont de la gare d'Aue en Saxe, qui est vraisemblablement l'ancêtre de ce pont moderne.

Mentions

L'ouvrage a été construit pour le compte de l'Office des Autoroutes du Québec dont M. Guy Poliquin est le Président et M. Roger T. Trudeau l'Ingénieur en Chef. L'Ingénieur-Conseil fut Régis Trudeau & Associés et les travaux furent exécutés par Janin Construction Limitée.



De l'intérieur.

Cette sphère Horton de 60 pieds de diamètre a été conçue pour contenir 300,000 pieds cubes d'hydrogène. Elle contient maintenant une source radioactive d'iridium 192. Jusqu'à demain matin. D'ici là, elle aura exposé une radiographie des 2670 pieds de joints aboutés qui maintiennent ensemble l'enveloppe de la sphère.

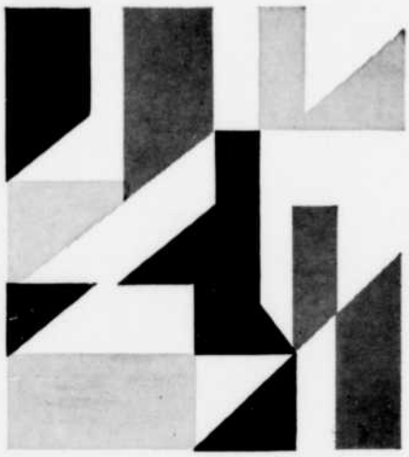
La sphère appartient à Lever Bros. Ltd. Cette compagnie désire avoir un rapport permanent de son état. C'est ce qu'elle obtient grâce à la radiographie. L'opération est rapide. Chaque pouce sur un demi-mille de joint soudé est recouvert de Film Kodak pour Rayons X. Le tout est exposé en même temps. A partir d'une seule source.

Cette méthode en une seule exposition est possible parce que la source radioactive se trouve exactement au centre de la sphère. Tous les points sur la surface de la sphère sont à égale distance de la source. La North American Inspection Services Ltd. a mis au point cette méthode simple et efficace pour radiographier les sphères. En vue de son travail pour Lever, il lui fallait un film à grain fin et à grand contraste. Elle a choisi le Film Kodak Type AA pour Rayons X Industriels.

La qualité des Films Kodak pour Rayons X est reconnue par toute l'industrie de la radiographie. Vous pouvez compter sur eux pour obtenir les résultats désirés, que son emploi soit des plus courants ou des plus extraordinaires. Renseignez-vous auprès de votre représentant d'articles radiographiques Kodak sur la façon dont la radiographie peut vous être utile ou écrivez à:

Kodak
MARQUE DÉPOSÉE

CANADIAN KODAK CO., LIMITED, Toronto 15, Ontario



ÉCHOS DE L'INDUSTRIE

Pans de mur en uréthane

Un nouveau type de pan de mur structural est utilisé à la nouvelle fabrique de nylon actuellement construite à Millhaven par Canadian Industries Limited.

Les pans en uréthane préfabriqués de deux pouces d'épaisseur par Hunter Douglas Limited, de Pointe Claire, sont à paroi extérieure d'aluminium doublée d'acier galvanisé. la mousse rigide d'uréthane obtenue avec des produits chimiques intermédiaires de C-I-L est coulée entre les pans pré-chauffés, en épaisseurs de deux pouces et d'une densité de 2.8 lbs, au moyen d'un convoyeur motorisé. Au cours de sa réaction, la mousse scelle les deux faces du pan préfabriqué et pré-peinturé en un tout sans recourir à d'autres composants structuraux.

Sur le chantier, les pans sont fixés à l'intérieur à la structure de l'édifice aux moyens de rivets "Huck" qui fonctionnent sur le même principe que les verrous à rotule. Une baguette de polybutane est placée entre les deux brides du pan pour sceller le joint en permanence. Le joint vertical assure un rideau continu contre la chaleur et la vapeur entre l'intérieur et l'extérieur de l'édifice et est entièrement étanche. La plupart des pans ont 12 pouces de largeur et environ 21 pieds de longueur et ne pèsent qu'environ 30 livres. Une équipe de trois hommes peut installer environ 1,000 pieds carrés par jour.

Les panneaux à noyau de mousse épargnent du travail et, par leur légèreté, réduisent les besoins structuraux. Environ 15,000 pieds carrés de pans, utilisant environ 5,000 lbs de produits chimiques d'uréthane, seront nécessaires à la construction de la nouvelle usine de Millhaven.

La nouvelle chaudière Olympic

La division de la chaudronnerie de Dominion Bridge Company, Limited, vient d'annoncer qu'elle lance sur le marché un nouvel assortiment de chaudières ignitubulaires formant un tout complet et portant la marque de commerce Olympic.

Destinée aux charges de chauffage et de procédés dans la gamme des débits moyens de vapeur — jusqu'à 600 hp — la compacte et robuste chaudière Olympic a été conçue pour assurer une sécurité, un rendement, une accessibilité et une durée maximale. Elle suffit parfaitement aux besoins particuliers des hôpitaux, des écoles, des usines, des conciergeries, etc.

Cette création comporte toutes les plus récentes améliorations dans le domaine des chaudières; son rendement thermique est remarquablement élevé alors que son coût est minime. Cette chaudière à trois passes utilisant une chambre de combustion submergée élimine les cloisons et diaphragmes gênants communs aux chaudières à multipasses, ainsi que la possibilité de rupture des ligaments entre les tubes.

Le brûleur est une création de DB. Le combustible est injecté à haute pression et atomisé dans un jet d'air à haute énergie cinétique. Le brûleur n'exige aucun outillage additionnel, tel que des compresseurs, et a été conçu pour un rendement thermique excédant largement 80%. On a mis un soin particulier à la mise au point du brûleur afin d'assurer un type de flamme adéquat et un fonctionnement sans ennuis, quel que soit le combustible employé.

Visant à réduire au minimum les problèmes d'entretien, l'Olympic est montée de façon à ce que toutes ses régions internes soient facilement accessibles. Les portes, à l'avant et à l'arrière, sont montées sur bossoirs pour faciliter l'accès à la chaudière dans les endroits restreints. L'Olympic est construite selon les normes de la C.S.A. et de l'A.S.M.E.

Dispositif de vérification du contacteur "Sirco"

Les contacteurs automatiques SIRCO à commande par pression, température et niveau de liquide, peuvent maintenant être munis du dispositif PLT 40 qui permet la vérification du circuit, de l'installation et du contacteur lui-même.

Une vérification mécanique et électrique complète est effectuée en manoeuvrant une clef spéciale dans le logement prévu à cet effet dans le dispositif. Le calibrage de l'appareil ne subit aucune modification. Cette vérification en cours de fonctionnement permet de simuler les défauts de l'appareil et du circuit électrique. Elle est généralement effectuée par deux opérateurs, dont un garde le circuit enclenché au tableau de distribution pendant que l'autre vérifie le circuit et l'appareil de commande. Un ressort d'éjection dégage automatiquement la clef dès que la vérification est terminée et évite toute perturbation de fonctionnement.

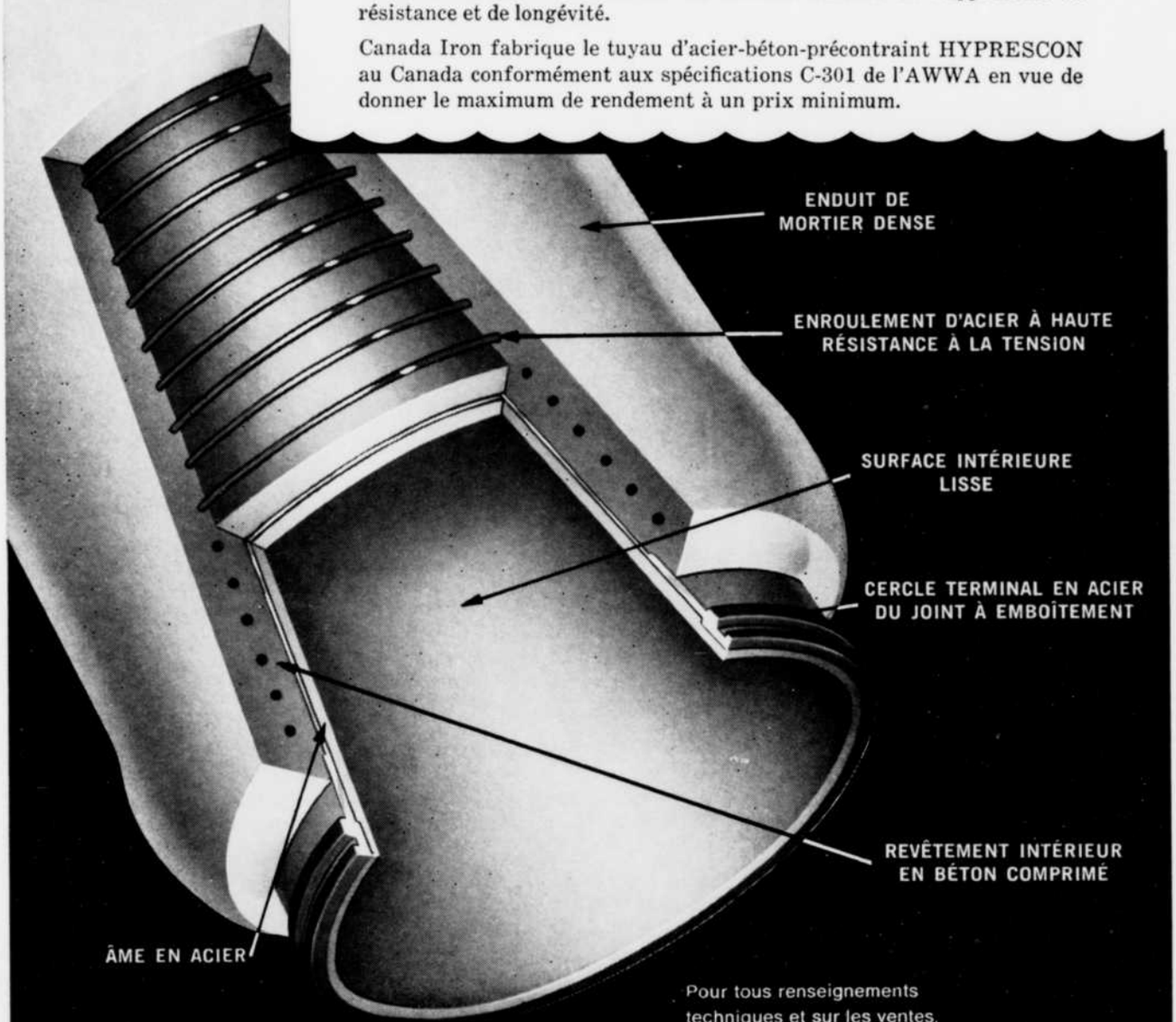
Pour toute information, prière de consulter le bureau "SIRCO" le plus proche ou l'usine à 1675 Venables Street, Vancouver, B.C.

Le plus **Fort** *débit en eau au plus* **Bas** *prix de conduite installée*

Hyprescon vous présente une autre excellente combinaison...un tuyau d'acier-béton-précontraint. La paroi intérieure du béton centrifugé offre une surface parfaitement lisse et permet les débits les plus forts.

La rigoureuse étanchéité est assurée par un cylindre d'acier à soudure continue en forme spirale, et par un emboîtement positif d'acier-caoutchouc. L'enroulement hélicoïdal en acier de haute résistance à la traction est posé sous tension. Cette contrainte applique une force de compression qui confère à la conduite une capacité accrue de résistance à la pression interne de même qu'une force structurale efficace contre les charges externes. Enfin le revêtement extérieur de mortier fournit un supplément de résistance et de longévité.

Canada Iron fabrique le tuyau d'acier-béton-précontraint HYPRESCON au Canada conformément aux spécifications C-301 de l'AWWA en vue de donner le maximum de rendement à un prix minimum.



Pour tous renseignements techniques et sur les ventes, veuillez consulter la

DIVISION DE LA TUYAUTERIE **Canada Iron**

Montréal, Québec, Ottawa, Toronto, St. Thomas, Vancouver

Premier émetteur-récepteur entièrement à transistors

La sûreté maximum de fonctionnement est la caractéristique essentielle de ce premier émetteur-récepteur FM à grande puissance, entièrement transistorisé, conçu pour les télécommunications commerciales et industrielles à partir de véhicules automobiles.

Mis au point par Motorola, le nouvel appareil MOTRAN, de la série MOTRAC, comprend des transistors et des diodes en remplacement de toutes les lampes et relais.

Le nouvel appareil fonctionne dans les gammes de fréquences régulières, de 25 à 50 mHz (modèles 30 et 50 watts) et de 136 à 174 mHz (modèles 25 et 30 watts).

L'élimination des lampes et relais, les circuits nouveaux modèles et les faibles exigences de courant de l'émetteur s'allient pour accroître au maximum sa sûreté de fonctionnement. La puissance maximale exigée par l'émetteur entièrement transistorisé n'étant que de 26 volts, on a pu mettre au point un dispositif d'alimentation de courant simplifié, bien que puissant. Les appareils à lampes utilisent, en comparaison, des dispositifs d'alimentation bien plus complexes pour fournir du courant dont la tension peut s'élever jusqu'à plusieurs centaines de volts.

Le MOTRAN est entièrement sous boîtier, à l'abri de la poussière et de la saleté. De plus, ces nouveaux modèles sont parfaitement interchangeables avec les accessoires du modèle MOTRAC précédent.

Trois nouvelles notices documentaires

Canadian Johns-Manville Co. Ltd. vient de publier trois nouvelles notices documentaires en français. Les produits décrits dans ces notices sont le J-M Micro-Lok, l'isolant pour tuyaux et blocs Thermobestos et le Metal-On.

Le Micro-Lok de J-M est un revêtement en fibre de verre pour tuyaux. Le Thermobestos est une matière isloante moulée, inorganique, et le Metal-On un isolant préenveloppé d'aluminium, pour tuyaux. Ces deux derniers produits sont destinés aux applications à de très hautes températures.

Pour obtenir une documentation complète sur les propriétés physiques et thermiques comme sur les méthodes d'application de ces trois produits, prière d'écrire à Canadian Johns-Manville, 565 Lakeshore Rd. East, Port Credit, Ontario, et mentionner la notice documentaire IN-260 CF pour le Micro-Lok; IN-268 pour le Thermobestos pour tuyaux et blocs, et IN-293 CF pour le Metal-On.

Nouvelle machine d'oxycoupage

Canadian Vickers Ltd., à Montréal, vient d'acheter de Canadian Liquid Air Ltd. — Air Liquide Canada Ltée, une très grande machine à commande électronique "Logatome" pour le coupage de l'acier à la flamme. D'une valeur de plus de $100,000, le "Logatome" est une machine étudiée et construite par l'Air Liquide en France dans le but déterminé d'accélérer et de simplifier le coupage à la flamme des grandes tôles en acier dans les chantiers navals et dans les importantes industries de fabrication en acier.

Contrôlé par un système de commande électronique, le "Logatome" peut découper automatiquement, sans traçage préalable, dans une ou plusieurs tôles d'acier planes, simultanément une ou plusieurs pièces à bords droits, à partir d'un plan invariable à l'échelle 1/10, servant de gabarit. Cette caractéristique entièrement nouvelle augmente non seulement la vitesse de production, mais réduit également de manière sensible le temps de coupage et l'espace qui était précédemment nécessaire pour conserver les plans à l'échelle 1/1 requis pour la construction navale.

Canadian Vickers est la première compagnie en Amérique du Nord à acquérir une de ces machines, qui sont déjà utilisés dans les chantiers navals européens et japonais.

Une association de laboratoires d'essais change de nom

Canadian Testing Association est le nouveau nom de l'ancienne Association of Canadian Testing Laboratories and Consultants. En français, la CTA utilisera le nom d'Association Canadienne des Laboratoires d'Essais. Les deux noms ont été autorisés par le Secrétaire d'Etat par lettres patentes supplémentaires.

Société à but non lucratif, sans capital-actions, la CTA comprend 22 firmes canadiennes s'occupant d'essais, d'inspections, de contrôle de la qualité et de recherche. Leurs activités principales s'exercent dans les domaines de la construction, des mines, de la chimie et des industries de transformations.

La CTA a été fondée en 1949 et a obtenu une charte fédérale en 1960. Ses membres se trouvent répartis depuis la Colombie-Britannique jusqu'à Terre-Neuve. Une section se trouve à Montréal sous la présidence de M. Claude Cartier, des Laboratoires Industriels et Commerciaux Limitée. Le président de la CTA est monsieur G. Thomas Donald, de J. T. Donald & Co. Limitée, Montréal.

Les jauges Halda Gram sur le marché canadien

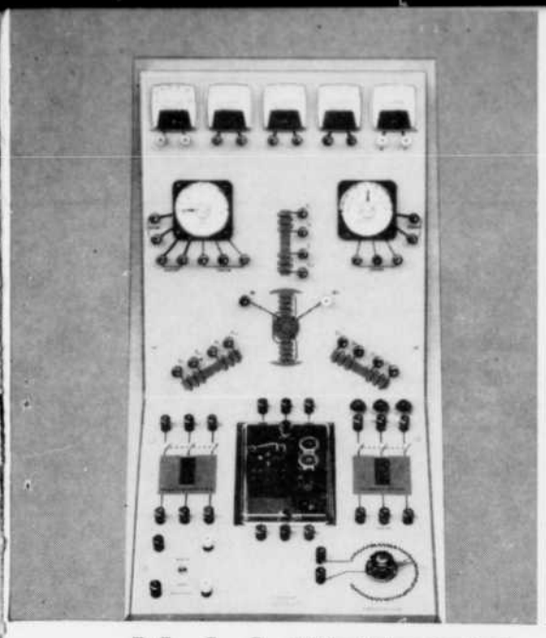
La Compagnie Instruments Scientifiques Industriels Ltée est maintenant le distributeur officiel au Canada des jauges Halda Gram de fabrication suédoise.

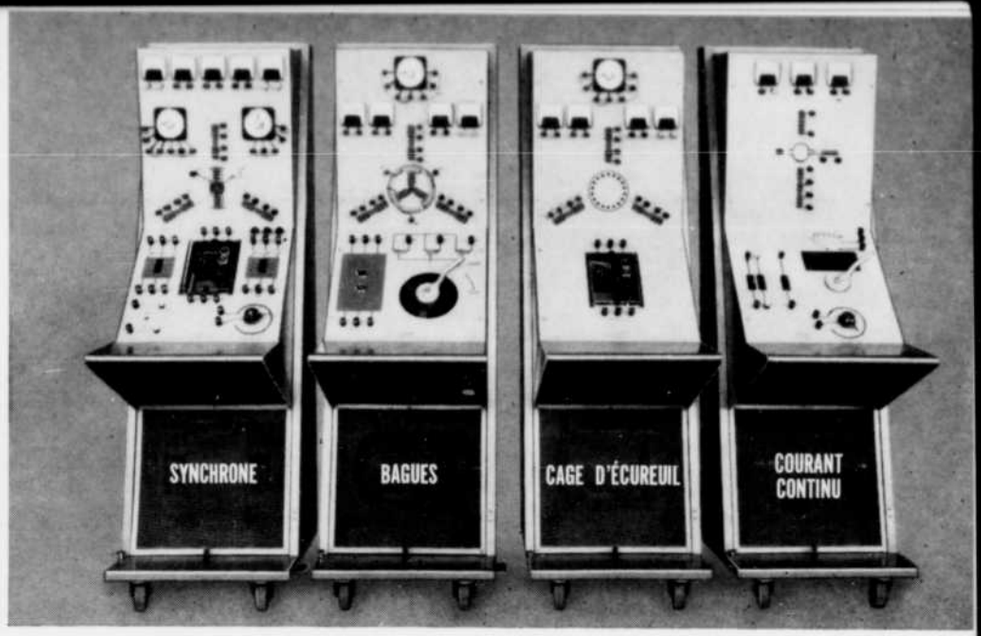
Les jauges Halda Gram servent à mesurer les pressions de contact dans les relais d'échanges téléphoniques, le couple de démarrage des mouvements de pendules, la pression de contact de points de distribution, la pression de l'aiguille sur le bras d'un tourne-disque ,la torsion de démarrage d'un moteur miniature et plusieurs autres applications du genre.

Les jauges Halda Gram sont équipées de ressorts à mesurer en cuivre recuit au béryllium, à trempe dure, qui assurent une extrême précision ainsi qu'une longue durée.

Ces jauges sont offertes en deux formats : un petit modèle servant à mesurer entre 10 et 350 grammes avec neuf différentes catégories de mesures, offert avec ou sans indicateur de maximum et avec dessus de bras à jauge soit plat, soit à pointe à bille; un grand modèle servant à mesurer entre 500 et 4,000 grammes avec quatre différentes catégories de mesures, indicateur de maximum et pointe à bille.

Les deux modèles sont présentés dans un étui en plastique transparent et résistant au choc. Ils sont distribués au Canada par l'entremise des Instruments Scientifiques Industriels Ltée, 360 avenue Victoria, Montréal 6, Qué.





Voici *UNITEC*
un équipement éducationnel de conception nouvelle

Il élimine les groupes électrogènes et donne à l'enseignement technique une portée jusqu'alors inconnue.

UNITEC consiste en consoles mobiles individuelles, chacune contenant sa propre machine (à courant continu, à cage d'écureuil, à bagues ou synchrone), ses contrôles et instruments de mesure. Ces consoles peuvent être utilisées individuellement ou couplées rapidement en groupes de deux ou de trois et ce, en l'espace de quelques secondes. Rien n'est plus simple — mais l'enseignement en retire des avantages énormes. *UNITEC vous offre:*

FLEXIBILITÉ
Bien que toutes les consoles peuvent être accouplées entre elles, elles fonctionnent aussi individuellement. Cette flexibilité permet une duplication rapide de toute combinaison de machines que l'étudiant est susceptible de rencontrer dans l'industrie.

RÉALISME
Les machines, les contrôles et les instruments de mesure utilisés sont identiques à ceux rencontrés dans l'industrie. Des panneaux transparents permettent à l'étudiant d'observer ses opérations ainsi que le fonctionnement des contrôles principaux. La fonction de chaque composant est indiquée graphiquement, tous les composants ainsi que les enroulements sont représentés selon la terminologie utilisée dans l'industrie et identifiés au moyen de couleurs différentes.

MOBILITÉ
Chaque console est mobile — roulez la dans un coin quelconque lorsque vous ne l'utilisez pas et conservez ce précieux espace de laboratoire.

ÉCONOMIE
Vous ne vous procurez que des consoles individuelles, à l'encontre des groupes électrogènes complets accompagnés de tous leurs contrôles et instruments associés. Même une console utilisée individuellement offre des possibilités d'enseignement.

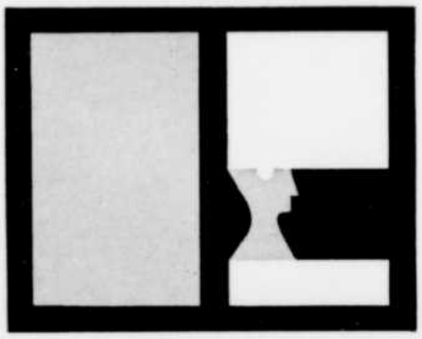
EXPANSION
Selon l'expansion du corps étudiant et du programme d'études, vous n'avez simplement qu'à ajouter de nouvelles unités. Aucun dérangement dans l'agencement du laboratoire, aucun raccord électrique additionnel.

UNITÉS AUXILIAIRES
Ces unités auxiliaires sont disponibles pour montage rapide à toute console UNITEC.

Pour pouvoir vraiment juger des possibilités que vous offre UNITEC en matière d'éducation technique il vous faut en obtenir la démonstration. Adressez-vous à un des représentants de Standard à Halifax, Montréal, Toronto, Winnipeg, Regina, Calgary, Edmonton et Vancouver. Vous pouvez aussi demander une brochure illustrée donnant tous les détailsen écrivant à:, Standard Electric Time Company of Canada Limited, 103, rue Gun, Pointe-Claire (P.Q.).

STANDARD

Conçu et construit au Canada d'après les normes en usage au Canada



Correspondants — Région de Québec : M. Raymond Côté, 547, avenue Royale, Beauport — Région de Sherbrooke : M. Paul-Emile Brunelle, Faculté des Sciences, Université de Sherbrooke — Toutes autres régions : M. Ernest Lavigne, Ecole Polytechnique, C.P. 501, Snowdon, Montréal 29.

CARNET DES INGÉNIEURS

Arcand, Major A.J., Sask. '49, qui était "Area Engineer" de l'armée canadienne pour la Saskatchewan, est rendu au Laos à titre de membre de la section militaire de la délégation canadienne dans ce pays.

Asselin, Louis, Poly '63, est maintenant ingénieur de production, à la fabrique de Canadian Marconi Co., à Ville Mont-Royal. Il était, auparavant, à l'emploi de la Cie de Téléphone Bell du Canada, à Montréal.

Bacon, Claude, Poly '63, autrefois ingénieur des procédés à l'usine de Brownsburg de la C.I.L., est maintenant ingénieur de la production à la fabrique d'ampoules et de tubes d'éclairage de la Canadian General Electric Co. Ltd., à Montréal.

Baril, Marcel, Poly '57 (M.Sc. 1958), vient de recevoir un doctorat en sciences physiques de l'Université Laval. Le Conseil National de Recherche du Canada lui a octroyé une bourse postdoctorale pour faire un stage de recherche d'un an à l'Institut du Radium à Paris.

Bédard, Marius, Laval '62, auparavant à la Machinerie Etchemin Inc., à St-Romuald, Qué., est maintenant à l'emploi de McFadden Lumber Co., Division de Domtar Construction Materials Ltd., à Blind River, Ontario.

Boileau, Charles-Antoine, Poly '42, autrefois directeur adjoint au service des Travaux publics et arpenteur en chef à la Ville de Montréal, a remplacé M. Lucien Lallier, au poste de directeur du service des Travaux publics de la Cité.

Boucher, Réal, McGill '49, adjoint d'administration au service de l'Energie thermique de la Cie d'Electricité Shawinigan, filiale de l'Hydro-Québec, qui a participé de très près à la mise en marche de la première tranche de 150,000 kilowatts, à la centrale thermique de Tracy, vient d'être prêté à Atomic Energy of Canada Ltd., société de la Couronne qui travaille à développer les applications pacifiques de l'énergie atomique, au Canada. M. Boucher travaillera à la division des centrales thermo-nucléaires d'Atomic Energy, à Toronto.

Bureau, Philippe, Poly '32, qui fut longtemps Assistant-chef du Service des ponts, est maintenant Directeur de la planification, au Ministère provincial de la Voirie, à Québec.

Bussières, Roger, Poly '55, ne fait plus partie de la société Gendron, Lefebvre, Bussières & Dugas, ingénieurs-conseils. Il a ouvert son propre bureau d'études, sous le nom de Roger Bussières, ingénieur conseil, à Montréal.

Cahill, Lionel, Laval '47, qui était ingénieur surintendant de l'Hydro-Québec, à Charlesbourg, a été promu ingénieur en chef adjoint des Postes et Centrales, à Montréal.

Cantin, René, McGill '55, qui était ingénieur surintendant des centrales et services auxiliaires de la Division de l'électricité, à la Cie Quebec Power, a laissé ce poste pour celui d'Administrateur au Carnaval d'Hiver de Québec.

Caron, Henri, Poly '63, qui était ingénieur d'entretien à la Canadian Celanese, à Drummondville, est maintenant à l'emploi de Dominion Engineering Works, à Lachine, Qué.

Charbonneau, Bernard, Poly '53, jusqu'à récemment ingénieur à la production de la défense, à Ottawa, a été nommé attaché d'ambassade, à Paris, où il est chargé de suivre de près les progrès militaires et d'assurer la liaison entre les gouvernements français et canadien.

Chouinard, Camille, Poly '61, qui était ingénieur-en-chef de la ville d'Iberville, jusqu'au mois d'août dernier, est maintenant ingénieur municipal de Ville St-Pierre.

Cloutier, Léonce, Laval '50, professeur agrégé au département de génie chimique de Laval, a soutenu avec succès une thèse de doctorat intitulée "L'efficacité d'agitation en régime continu pour les liquides non-visqueux". Le jury se composait de MM. les docteurs W.H. Gauvin, Directeur du laboratoire du centre de recherche, Noranda, Maurice Boisvert, Paul-H. Roy et Albert Cholette de la Faculté des Sciences.

Curzi, Jean-G., Poly '59, qui était autrefois ingénieur de la Ville de St-Lambert, est maintenant à l'emploi de la Cité de Terrebonne, à titre d'ingénieur municipal.

Dallaire, Raymond, Poly '57, M.Sc. (U. de M. - 1960) Assistant-professeur en Traitement des minerais à l'Ecole Polytechnique, est présentement au Massachusetts Institute of Technology, à Boston, où il poursuit des études pour le Doctorat ès Sciences, dans la spécialité du Génie métallurgique.

Darveau, Georges, Poly '52, a laissé le poste d'ingénieur municipal à Longueuil, pour accepter celui d'ingénieur de la Ville, à Cité Jacques-Cartier, en banlieue de Montréal.

Construites au Canada et assemblées à l'usine

par ...*Smith & Loveless*

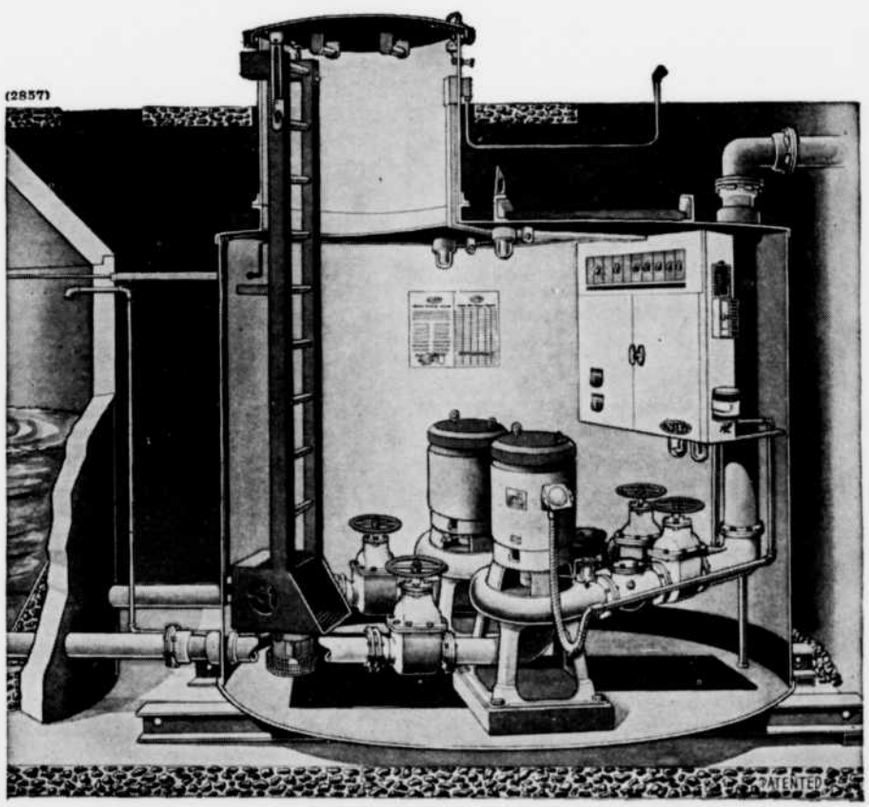
Les stations de pompage d'égouts Smith & Loveless, assemblées en usine, sont conçues en vue d'une installation économique, prévues pour un entretien minimum, et construites pour fonctionner extrêmement longtemps en toute sûreté.

Les stations de pompage Smith & Loveless existent en capacités de 100 à 4,500 GPM par pompe et deux, trois ou quatre pompes par station, ainsi qu'avec un large choix de systèmes de commande et de réglage de débits. Des stations de plus grande capacité sont même construites sur commande.

Le Quebec compte plus de 35 installations de Sept Iles à Montréal des Cantons de L'Est à L'Ontario. Smith & Loveless est présentement le plus gros manufacturier de stations de pompage au Canada, de plus il a sa propre usine, ce qui lui permet d'avoir un produit de qualité supérieur.

Smith & Loveless

PROCOR **DIVISION — PROCOR LIMITED, THIRD LINE, OAKVILLE, ONTARIO**



Montage en moins d'une journée, grâce aux stations de pompage complètement assemblées en usine, livrées sur les lieux, prêtes à installer.

Deshaies, Raymond, Poly '63, est à l'emploi du bureau d'études DeGuise & Rouleau, à Montréal, depuis le début d'août 1964.

Doret, Robert, Poly '63, autrefois à l'emploi de Northern Electric Co., Ltd., est maintenant à l'entraînement comme ingénieur industriel, à la société Ralston-Purina Co. Ltd., à Montréal.

Gagné, Harvey, Poly '63, qui était autrefois ingénieur d'entretien et de distribution électrique pour l'Iron Ore, à Schefferville, a commencé à travailler au début de juillet, comme ingénieur d'instrumentation à l'usine de l'Alcan, à Arvida.

Galibois, André, Laval '61, a obtenu en mai dernier un doctorat es sciences en métallurgie physique. Il a également obtenu une bourse de la Fondation Ford en vue de poursuivre des études post-doctorales à l'Université de Toronto. Il effectuera des travaux en collaboration avec le Dr Winegard, sur les phénomènes en jeu lors de la migration des joints de grains et croissance des cristaux.

Garneau, Gilles, McGill '57, s'est associé, il y a quelque temps, à un de ses confrères, Pierre-M. Arsenault, McGill '57, pour fonder le bureau d'études Arsenault & Garneau, à Montréal.

Gauvin, William H., D.Sc., McGill '41, gérant de Noranda Research Center, à Pointe-Claire, P.Q., a été récemment élu président du Conseil des administrateurs du Chemical Institute of Canada.

Gérin, Jacques, Poly '62, qui était à Leiden, en Hollande, au service de la Conférence Internationale des Etudiants (COSEC), depuis deux ans, est revenu au Canada en septembre. Il est présentement à l'emploi du bureau d'études Surveyer, Nenniger & Chênevert, à Montréal.

Gill, Denis E., Poly '62, chargé de cours en Mécanique des Roches au Département du Génie minier de l'Ecole Polytechnique, donne de plus un cours de Mécanique des Roches appliquée au Génie civil.

Godbout, Pierre, Poly '60, qui était autrefois à l'emploi de la Compagnie de Téléphone Bell du Canada, est maintenant à l'Ecole Polytechnique, à titre d'assistant-professeur au département de Génie physique.

Hardy, Yvan, Poly '51, a été récemment honoré par le "Construction Specifications Institute" pour sa contribution à l'amélioration de la rédaction des devis et documents d'appels d'offres, dans le domaine de la construction et des industries connexes.

LaBerge, Clovis, Poly '61, anciennement du bureau d'études Desjardins & Sauriol, est maintenant à l'emploi de Beaulieu & Trudeau, ingénieurs-conseils, à Montréal.

Lallier, Lucien, McGill '35, qui était directeur du service des Travaux publics de la Cité de Montréal, depuis plusieurs années, a été nommé président de la Commission des Transports de Montréal, au cours du mois de juillet dernier.

Lamy, André, Poly '63, qui était au service de la Cité de Montréal, division technique, est maintenant à l'emploi de la Cité de Rouyn, P.Q.

Langevin, Jean-Marie, Laval '48, fut récemment nommé vice-président et directeur général de la société Gen-Tec Inc., de Québec.

Lanctôt, Yves, Poly '61, a laissé la Canadian Underwriters Association, pour entrer à l'emploi de la Cité de St-Lambert, à titre d'ingénieur municipal.

Latreille, André, Poly '42, président de Alta Construction Ltd., a été élu président de la société Belair Insurance Company, à la dernière assemblée générale annuelle des actionnaires.

Laurin, Marcel, Poly '64, est parti pour les Etats-Unis, au début de septembre, où il poursuivra des études de maîtrise en structures, à l'Université Purdue, de Lafayette, Indiana.

Leroux, Joseph-L., Poly '54, autrefois membre associé de l'étude Leroux & Rondeau, est maintenant associé à **Louis-Joseph Leroux, Poly '06,** sous le nom de Leroux & Leroux, ingénieurs-conseils.

Monty, Guy, Poly '46, a été promu au poste d'ingénieur en chef adjoint du Transport et de la Distribution, à l'Hydro-Québec.

Montpetit, Rémi, Poly '55, autrefois à la Commission de Transport de Montréal, est maintenant à l'emploi de l'Hydro-Québec.

Munger, Roland, Sherbrooke '61, qui travailla pour l'Hydro-Québec, à Manic 5, jusqu'en juin dernier, est maintenant à l'emploi du bureau d'études Asselin, Benoit, Boucher, Ducharme & Lapointe, à Montréal.

Normandeau, Paul-D., Poly '38, directeur industriel de la Société Générale de Financement (S.G.F.) a été réélu administrateur du Conseil d'Expansion Economique Inc.

Perreault, Jean, Poly '49, a été réélu par acclamation, pour un second terme, à la mairie de la Ville de l'Assomption.

Poirier, Philippe, Poly '59, qui travaillait à l'Ecole Polytechnique à temps partiel depuis son départ de l'Hydro-Québec, est maintenant à l'emploi de la société Volcano Ltée, à St-Hyacinthe.

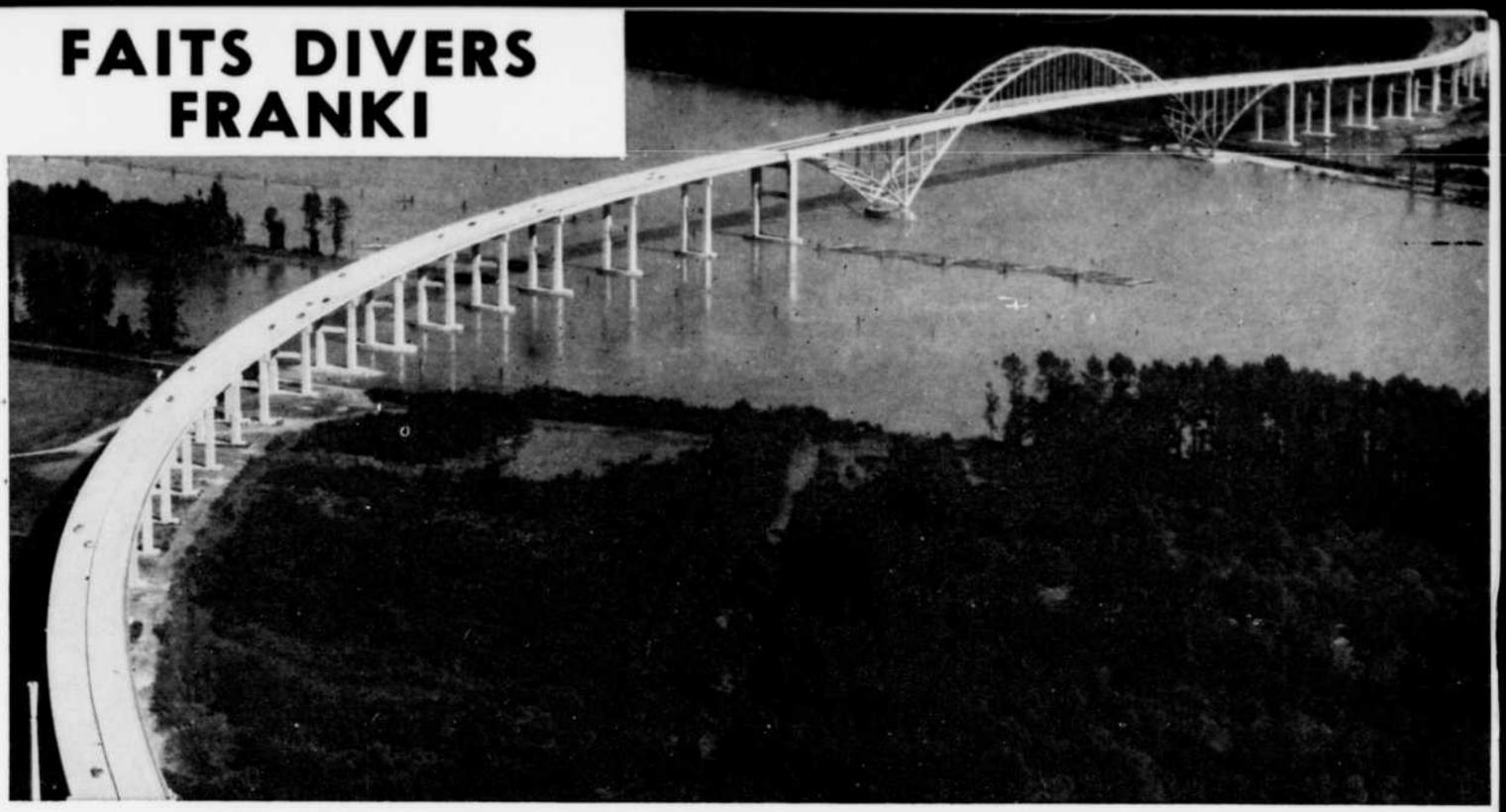
Poulin, Grégoire-V., Poly '62, qui fut longtemps au service de la société Otis Elevator Co., s'occupe maintenant d'administration et de production, à l'emploi de Versafood Services Ltd., de Ville St-Laurent, Qué.

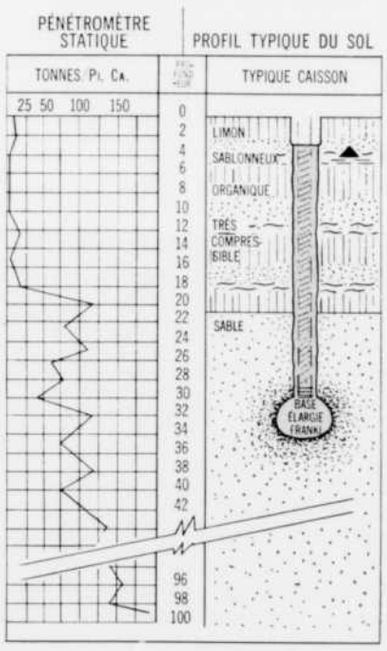
Riverin, Paul, Poly '36, directeur du Département de Génie minier, à l'Ecole Polytechnique, a assisté à la Conférence des Ministres des Mines, à Banff, à titre de vice-président au comité de l'Education. De plus, il a été nommé vice-président du comité exécutif du Canadian Institute of Mining and Metallurgy.

Robin, Guy, Poly '54, ingénieur des projets pour l'Aluminum Co. of Canada Ltd., aux usines d'Arvida, P.Q., s'est embarqué pour la Suisse, à la mi-août. Il fera un stage d'un an au Centre d'Etudes Industrielles de Genève.

Rondeau, Jean-Jacques, Poly '48, autrefois membre associé de l'étude Leroux & Rondeau, pratique maintenant seul, sous le nom de Jean-Jacques Rondeau, ingénieur conseil et arpenteur géomètre.

FAITS DIVERS FRANKI





FRANKI PARTICIPE AUX FONDATIONS DU PONT PORT MANN

Problème

En 1960 le Département de la Voirie de la Province de la Colombie Britannique fut confronté avec l'étude du pont traversant le fleuve Fraser et représentant le dernier gros obstacle à l'achèvement de la section ouest de la route Trans-Canada. La traversée en question est située à l'est de la communauté de Port Mann.

Au cours de l'étude, il fut décidé d'employer un radier général et quatre types différents de pieux depuis la culée sud (voir photographie ci-dessus) jusqu'à la rive nord du fleuve. Les 1500' restants de la superstructure sur la rive nord (partie gauche inférieure) devaient être supportés par 13 piliers. La première couche portante satisfaisante fut trouvée 21' en dessous de la strate supérieure formée de limon sablonneux organique très compressible. La couche portante se composant de sable dont la densité variait avec la profondeur tel qu'indiqué par des essais au pénétromètre statique.

Pour empêcher tout affaissement possible d'un pilier, les Ingénieurs-Conseils ont spécifié l'emploi d'un pieu portant à la pointe.

Solution

Le Pieu Caisson Franki avec sa base élargie fut choisi parce qu'il répondait aux exigences techniques et économiques des Ingénieurs-Conseils, en assurant une charge portante par la pointe dans la couche de sable aux profondeurs spécifiées variant de 27' à 40' en dessous de la surface du sol.

D'innombrables essais de charge exécutés durant plusieurs décades ont prouvé la sécurité du Pieu Caisson Franki, qui aujourd'hui a trouvé sa place dans les codes de construction ainsi que dans la science de la mécanique du sol. La mise au point théorique est due principalement aux travaux du Dr G. G. Meyerhof et ses nombreuses études se rapportant à la capacité portante des pieux. Le plus remarquable de ses rapports est "The Compaction of Sands and Bearing Capacity of Piles" (Comptes rendus de ASCE Division Mécanique du Sol et Fondations 1959).

Le compactage d'une base dans un sol granuleux se fait en forgeant le béton d'affaissement nul avec des coups de marteau de 140,000 livres pieds d'énergie. Ceci augmente la densité de ces sols et produit des angles maxima de friction interne. Par l'application de l'énergie adéquate pour forger chaque base élargie Franki, il est possible d'installer une fondation sur pieux assurant une capacité portante uniforme pour toute la structure.

Ces procédés d'installation furent employés pour les 13 piliers nord du Pont de Port Mann. Cinq essais de charges furent spécifiés pour déterminer la capacité portante à la pointe et le tassement. Celui-ci, sous une charge de service de 100 tonnes, a varié de 0.1" à 0.15". Quant au tassement net permanent après l'application d'essais de charge cycliques de 200 tonnes, il fut inférieur à 0.14".

Divers types de fondations sur pieux furent employés pour supporter le Pont Port Mann; chaque système fut choisi en fonction des exigences de sécurité et d'économie. Franki Canada Limitée est heureuse d'avoir participé à la construction de cet ouvrage d'art exceptionnel.

CLIENT : Département de la Voirie, Province de la Colombie Britannique, Victoria, C.B.

LOCATION : Port Mann, Colombie Britannique.

PROJET : Pont.

INGÉNIEURS : C.B.A. Engineering Limited, Vancouver, C.B.

ÉTUDES DE SOL : C.B.A. Engineering Limited, Vancouver, C.B.

NOMBRE DE PILIERS : 10N à 22N.

NOMBRE D'UNITÉS FRANKI : 372 Pieux-Caissons

LONGUEUR MOYENNE DE FONÇAGE : 34'-4".

LONGUEUR MOYENNE BÉTONNÉE : 31'-5".

CHARGE DE SERVICE : 100 tonnes,

FRANKI
CANADA LIMITEE
Bureau chef : 187, BOUL. GRAHAM, MONTRÉAL 16, P.Q.
QUÉBEC OTTAWA TORONTO EDMONTON VANCOUVER

De la littérature sur les différents systèmes de fondation Franki et les publications périodiques "FRANKI FACTS" vous seront envoyées sur demande. Ecrivez à Franki Canada Limitée, 187, boulevard Graham, Montréal 16, P.Q.

Rouleau, Serge, Laval, '63, étudiera à l'Université d'Illinois pour l'obtention d'une maîtrise en génie sanitaire.

Roy, J.-René, Poly '61, qui occupait autrefois le poste d'estimateur en chef du service industriel chez Bégin, Charland et Valiquette, est maintenant estimateur senior pour la firme Beronia Consultants Ltd., conseillers en immeuble, à Montréal.

Saia, Jean, Poly '62 est revenu à Montréal, après avoir terminé des études en structure à l'Imperial College de Londres, en tant que boursier du Commonwealth, et fait un stage en mécanique des sols, en France. Il est présentement à l'emploi du bureau d'études Claude Lanthier, à Montréal.

Telmosse, Paul, Poly '23, qui était à l'emploi de la Compagnie d'Electricité Shawinigan depuis sa sortie de Polytechnique, a pris sa retraite, le 1er septembre dernier.

Trépanier, Jean-M., Laval '58, qui était autrefois à l'emploi de Eagle Pencil Co. of Canada, à Drummondville, est maintenant ingénieur d'usine, à Montréal, pour la société Catelli Food Products Ltd.

Trottier, Roger, Poly '62, à l'emploi de la Régie d'épuration des eaux, fait présentement un stage d'études à Purdue University, de Lafayette, Ind., U.S.A., en vue d'obtenir une Maîtrise en Génie civil, spécialité du Génie sanitaire. Son directeur d'études est le professeur Don E. Bloodgood, autorité reconnue dans ce domaine.

Verreault, Gilles, Poly '62 est revenu de France, il y a quelque temps, après avoir étudié au Centre des Hautes Etudes de Béton précontraint. Une fois son diplôme obtenu, à Paris, il a fait du travail dans sa spécialité, un an à Paris, puis quelque temps en Inde et enfin au Japon. Arrivé au Canada, il a ouvert un bureau d'études à Montréal et Québec, sous le patronyme Gilles Verreault, ingénieur conseil.

Vézina, Jacques, Poly '61, qui fut longtemps au service de l'Hydro-Québec comme ingénieur d'entretien mécanique, à la centrale des Cèdres, est maintenant ingénieur des projets, à la société Canadian Allis-Chalmers Ltd., à Lachine.

Villemaire, Charles, Poly '62, est cette année chargé de cours en Evaluation minière et Economique des minéraux au Département du Génie minier de l'Ecole Polytechnique.

Voyer, Marcel, Poly '64, qui était chez les ingénieurs-conseils Belaski, Houde & Renaud, de Hull, Qué., est maintenant à l'emploi du bureau d'études Desjardins & Sauriol, à Chomedey, Qué.

NÉCROLOGIE

Auclair, Charles-Aimé, Poly '41 est décédé le 9 août 1964. Né à Loretteville le 15 février 1915, il fit ses études secondaires au Collège de Lévis où il obtint son B.A. en 1936. Entré à l'Ecole Polytechnique la même année, il y obtint les diplômes de B.Sc.A. et Ingénieur civil en 1941. Il débuta dans la carrière d'ingénieur au bureau d'études Surveyer, Nenniger & Chênevert, où il travailla jusqu'en 1948, sauf pour une période de trois années pendant laquelle ses services furent prêtés au Inspection Board of United Kingdom and Canada, durant la seconde guerre mondiale. De 1946 à 1953, il occupa différents postes pour le gouvernement fédéral et deux bureaux privés d'ingénieurs. En février 1953, il entra au service des Travaux publics de la Cité de Montréal et passa, trois ans plus tard, au service d'Urbanisme. Il y était chef de la Section de zonage à la Division du Plan directeur, au moment de son décès.

Couture, Gaétan, Poly '59, est décédé accidentellement, le 14 août 1964. Né à Sherbrooke, le 8 octobre 1931, il fit ses études secondaires et les deux premières années de génie dans sa ville natale. Entré à Polytechnique en troisième année, il y obtint avec distinction, les diplômes de B.Sc.A. et d'ingénieur civil. Finissant, il gagna le prix Ernest Cormier, décerné à l'étudiant classé premier au cours d'architecture. Il débuta dans la profession au bureau d'études Cartier, Côté & Piette, qui lui confia d'abord la surveillance de travaux en mécanique des sols à Shelter Bay. En 1962, il fonda les sociétés Laboratoires Ville-Marie Inc. et Sondages Ville-Marie Inc., dont il devint président, postes qu'il occupait au moment de son décès.

Painchaud, Raoul-L., Poly '11, est décédé à Montréal le 4 septembre 1964. Né à Montréal le 10 juillet 1889, il fit ses études secondaires au Montreal High School et ses études de génie à l'Ecole Polytechnique où il obtint les diplômes de B.Sc.A., Ingénieur civil et Ingénieur chimiste, en 1911. Après un an au bureau d'études Béique et Charton, il fit un stage au Grand Trunk Railway où il s'occupa de l'aménagement de cours de triage, ateliers et garages pour locomotives. En 1914, il retourna à la pratique privée, en fondant le bureau McConville, Gill & Painchaud. Deux ans plus tard, il entra à la Ville de Montréal à titre d'assistant ingénieur surintendant de l'Aqueduc d'abord, puis de la Voirie municipale. En 1937, il entra à la société Local Construction Co. Ltd., qui devint plus tard la Montpelier Construction Ltée, société dont il fut directeur-général jusqu'à ces derniers temps.

Ste-Marie, Louis-Alexandre, Poly '08, Ingénieur Professionnel et Arpenteur Géomètre, est décédé le 8 juillet 1964. Né à Montréal en 1885, il fit ses études secondaires au Mont-St-Louis, et son cours d'ingénieur à l'Ecole Polytechnique où il obtint les diplômes de B.Sc.A. et Ingénieur, en 1908. De 1908 à 1914, il fut ingénieur conseil, d'abord en société avec les ingénieurs Béique et Charton, puis avec son confrère, W.-E. Boucher. De 1914 à 1923, il fut successivement ingénieur de la Cité de Longueuil et de St-Hyacinthe, puis ingénieur gérant de la Cité de Longueuil. En 1923, il entra à la Cité de Montréal comme assistant ingénieur en chef des Travaux publics. Après avoir occupé plusieurs postes importants, il prit sa retraite en 1951. Retraité, il fit quand même du travail professionnel pour la Commission de Montréal métropolitain, puis devint associé de Beauchemin & Ste-Marie, étude filiale de Beauchemin, Beaton & Lapointe, et prit part à plusieurs grands projets de génie, entre autres ceux de Port Cartier et Gagnon, pour le compte de Québec Cartier Mining Co. Il était âgé de 78 ans et 6 mois, au moment de son décès.

Le conseil d'administration de Hawker Siddeley International Limited annonce la formation d'une nouvelle compagnie:

Hawker Siddeley Diesels and Electrics Ltd.

(membre du groupe Hawker Siddeley)

ONT ÉTÉ NOMMÉS À LA DIRECTION DE LA NOUVELLE COMPAGNIE:

A. L. Sutton
Vice-président et
directeur général

Cette nouvelle Compagnie sera, au Canada, le représentant de groupe suivant de compagnies:

- HAWKER SIDDELEY INTERNATIONAL LIMITED, l'organisme des ventes à l'étranger du groupe.
- MIRRLEES-NATIONAL LIMITED, fabricants de moteurs diesel pour bateaux et usages industriels et de groupes électrogènes allant jusqu'à 7,000 HP.
- BRUSH ELECTRICAL LIMITED, fabricants de générateurs et de moteurs électriques ainsi que de transformateurs de distribution et d'alimentation.
- FULLER ELECTRICAL LIMITED, fabricants de transformateurs de distribution et d'alimentation et de dispositifs de prises en charge.

Le personnel de vente et d'entretien qui était auparavant au service de la division Orenda de la compagnie Hawker Siddeley Canada Ltd. sera dorénavant attaché à la nouvelle compagnie.

R. L. Hughes
Directeur régional
des ventes (Est)

Adresser toute demande de renseignements touchant la vente à:

Hawker Siddeley Diesels and Electrics Ltd.

24 Ronson Drive,
Rexdale, Ontario

1660 Station Street,
Vancouver, B.C.

ALLÉGEZ VOS CONSTRUCTIONS ET VOS PRIX DE REVIENT

AVEC LES

PANNEAUX NERVURÉS

"LORDECK"

On emploie de plus en plus les panneaux nervurés "Lordeck" dans la construction de couverture et de planchers.

Les panneaux nervurés "Lordeck" fabriqués en acier galvanisé s'emboîtent facilement les uns dans les autres et donnent le maximum de solidité.

Les panneaux "Lordeck" sont fabriqués d'après vos longueurs spécifiées.

LORD & COMPAGNIE LIMITÉE

CHARPENTES MÉTALLIQUES DE TOUS GENRES

Président : *J. H. Lord, Ing. P.*

4700 Iberville, Montréal — 527-3111

BIBLIOGRAPHIE

ACOUSTIQUE

Acoustique et électroacoustique — Tome 2. Les haut-parleurs — Les microphones — L'enregistrement et la reproduction des sons — Acoustique architecturale, par JEAN-JACQUES MATRAS — Un tome, 10¾ x 8¼, 320 pages, 37.65 F. Paris, Editions Eyrolles.

Cet ouvrage est une synthèse originale des découvertes effectuées dans ce domaine depuis un quart de siècle. Il comprend huit chapîtres, présentés sous forme de tableaux conçus en vue de mettre en évidence les analogies, les évolutions, les oppositions; de clarifier des opérations complexes; d'expliquer et de comparer les différentes hypothèses à partir desquelles ont été édifiées les règles et les lois, de montrer les écarts entre les résultats des calculs et les résultats de mesures. Des abaques, des graphiques, des schémas et des photographies en grand nombre donnent, dans le cadre limité de cette publication, un panorama aussi complet que possible de l'acoustique, telle qu'elle se présente aujourd'hui.

CHIMIE

100 expériences de chimie magique, par L.A. FORD — Un volume, éd. 1964, 6ème édition, 152 pages, 12 F.; Paris, Dunod.

Cours de chimie organique, par PAUL ARNAUD — Un volume, éd. 1964, 328 pages, 25 F. — Paris, Gauthier-Villars.

L'ouvrage ne suppose connues que les bases les plus fondamentales de la chimie (Structure de l'atome, nature de la liaison), et comporte deux parties :

— Chimie organique générale : présentation des bases de la chimie organique structurale, des principaux mécanismes réactionnels et des techniques (physiques ou chimiques) utilisées par le chimiste organicien —

— Chimie organique descriptive : étude des principales fonctions simples d'un certain nombre de fonctions multiples ou mixtes importantes, et présentation des principales applications industrielles de la chimie organique —

Structure des polymères des phtalates diallyliques par spectrométrie infrarouge, par FRANÇOIS LALAU-KERALY — Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air, notes techniques 134; un volume, éd. 1964, 58 pages.

Travaux pratiques de chimie, par M. GARAIC — Un volume, éd. 1964, 120 pages, 9,60 F. — Paris, Dunod.

Les parties principales de cet ouvrage "Oxydo-Réduction", "Analyse minérale et organique", "Etude des métaux usuels" ont été rédigées d'un point de vue pédagogique — La rédaction est conforme aux règles internationales de la nomenclature chimique qui sont rappelées dans le préambule "analyse" et une méthode de calcul des incertitudes dans les dosages volumétriques y est également exposée.

CLASSIFICATION

Comment résoudre les problèmes de classement — Revue "Secrétaire d'aujourd'hui" — Numéro spécial, 44 pages, 7,50 F. — Paris, Editions "Hommes et Techniques".

Cette étude comporte des conseils pour bien classer, des appréciations sur les différents modes de classement, ainsi que des informations sur le mobilier de bureau le plus récent. Elle présente, en quelque sorte, une vue panoramique du double problème de la classification et du classement.

EAU – CAPTAGE – DISTRIBUTION

Distribution d'eau dans les agglomérations, par ANDRE CAUVIN et GEORGES DIDIER — Un volume, éd. 1963, 484 pages, 68,17 F. — Paris — Editions Eyrolles.

Dans cette nouvelle édition, revue et mise à jour avec un soin tout particulier, il a été tenu compte, notamment, de l'évolution des exigences des consommateurs d'eau. Les chapitres relatifs à la qualité de l'eau et à son traitement ont été développés. Une note relative à la législation et au règlement des eaux potables a été ajoutée. Les méthodes modernes de calcul sont exposées, entre autres, la méthode de Hardy Cross pour le calcul des réseaux maillés. Des exemples numériques sont donnés ainsi qu'un avant-projet d'alimentation en eau potable de quatre communes groupant 2000 habitants. Ce projet-type complet et détaillé peut servir de base à l'établissement d'un projet similaire. Dans l'important chapitre des canalisations, les auteurs ont traité, notamment, des tuyaux en béton précontraint, de ceux en matière plastique, et du franchissement de points spéciaux. Les machines élévatoires, les stations de pompage et les réservoirs font l'objet d'études très complètes.

SI C'EST SOUS L'EAU,
C'EST NOTRE AFFAIRE.

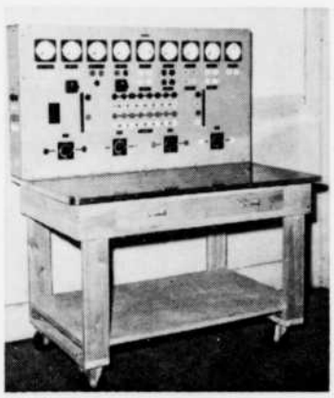
I·U·C International Underwater Contractors Ltd.

1300 JULES POITRAS, MONTREAL 9, QUE. · 331-2727

IF IT'S UNDERWATER,
WE DO IT.

TECH-DIVER

BANCS DE MESURE
pour laboratoires, écoles, etc.



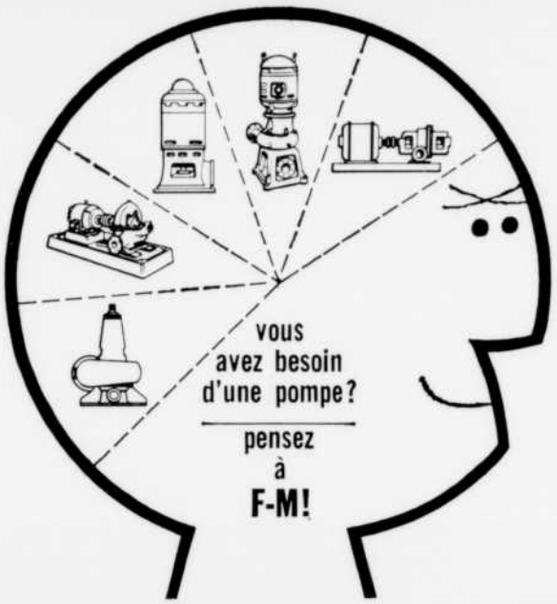
Fabriqués à MONTMAGNY par

MONTEL INC.

Siège social et usine :
C. P. 1300,
MONTMAGNY, QUÉ
TÉL. : 248-0235

Succursale :
170-180 EST, DORCHESTER
MONTRÉAL, QUÉ.
TÉL. : 861-7445

"Un grand nom dans la fabrication d'appareillages électriques."



Fairbanks-Morse met à votre service, la gamme de pompes la plus complète de l'industrie—les meilleures pompes qu'il est possible de se procurer. Donc, si vous avez un problème de pompage à résoudre—pensez à Fairbanks-Morse... écrivez, télégraphiez ou téléphonez, aujourd'hui.

POMPES FAIRBANKS-MORSE

Fabriquées et mises en marché au Canada par
CANADIAN LOCOMOTIVE COMPANY LIMITED

Vente, service et pièces disponibles à :

Montréal : Hydro Dynamique Ltée – 885, Montée de Liesse – Tél. 748-6791
Québec : Hydro Mécanique – 1220, rue Vincent Massey – Tél. 681-7764
Cap-de-la-Madeleine : Hydro Mécanique - 399, boul. Ste-Madeleine – 378-8571

POUR

Des sondages bien faits

EXIGEZ

NATIONAL BORING AND SOUNDING INC.

615 rue Belmont, Montréal 3

Spécialistes en étude des sols depuis 25 ans

TRAVAUX DE SONDAGES SOUS LA DIRECTION D'INGÉNIEURS SPÉCIALISÉS ET D'UN PERSONNEL BIEN ENTRAÎNÉ.
RAPPORTS SUR LA NATURE ET LES PROPRIÉTÉS DU SOL POUVANT ÊTRE FACILEMENT INTERPRÉTÉS PAR LES PROPRIÉTAIRES, ARCHITECTES, INGÉNIEURS ET CONSTRUCTEURS.

NOMINATIONS À LA DIRECTION DE JOHNSON & JOHNSON

M. E.M. Trump *M. J.P. Villeneuve*

M. William G. Braylay, président de la compagnie annonce deux nominations à la direction de Johnson & Johnson Limitée.

Messieurs Edwin M. Trump et Jacques P. Villeneuve ont été nommés vice-présidents de la compagnie. Ils sont tous deux actuellement administrateurs de Johnson & Johnson.

M. Trump a été nommé vice-président (achats). M. Trump, en tant que directeur des services d'achat de Johnson & Johnson depuis 1956, a joué un rôle important sur le plan local et sur le plan national dans les milieux spécialisés dans l'achat; il a largement contribué à accroître l'importance des fonctions d'achat dans le monde canadien des affaires.

M. Villeneuve, directeur des relations industrielles et des relations avec le personnel depuis 1957, devient vice-président (personnel). M. Villeneuve a prêté ses services au gouvernement canadien à titre de membre de la commission préparatoire sur les conventions collectives dans le service public, en 1963. Il a reçu la même année le prix Langton, attribué par les Associations canadiennes d'administration industrielle pour "sa réussite dans le développement des relations avec le personnel et sa compétence dans le domaine du progrès administratif". Diplômé de l'Université de Montréal, M. Villeneuve est également conférencier et auteur bien connu sur le sujet des relations industrielles.

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Service de l'extension de l'enseignement

Pendant la saison 1964-65 des cours du soir seront donnés sur des sujets divers

ON PEUT OBTENIR DES RENSEIGNEMENTS COMPLETS EN S'ADRESSANT À :

2500, avenue Marie-Guyard, Montréal 26 Tél. 739-2451

N.B. — Grands terrains de stationnement à l'École Polytechnique

ÉCONOMIE

Economie politique et progrès au "siècle des lumières", par J.F. FAURE-SOULET — Un volume, éd. 1964, 252 pages, 16 F. Paris, Gauthier-Villars.

L'Etat stationnaire — Histoire et analyse, par M. LUTFALLA. — Un volume, éd. 1964, 372 pages, 48 F. Paris, Gauthier-Villars.

Cet ouvrage expose les principes et la technique de la prévision conjoncturelle à court terme, telle qu'elle est mise en oeuvre aux Etats-Unis depuis 1957. Il apporte la démonstration éclatante qu'à l'aide d'un système de traitement à grande échelle des données statistiques par calculateurs électroniques, on peut utiliser les découvertes fondamentales sur le comportement de la conjoncture pour donner une image des transformations conjoncturelles en cours, image à la fois étendue et rapidement disponible.

ELECTRONIQUE

Cours Transistors, par MM. GRABOWSKI, DEGONDE, OEMICHEN, PAULET, TEILHET. Un volume, éd. 1964, 222 pages, 30 F. Paris, en coédition : Le Tambourinaire — Gauthier-Villars.

Electronique — Tome 3, par FRANÇOIS CAHEN — Un volume, éd. 1964, 9½ x 6, 354 pages, 232 figures, broché : 40 F. — Paris, Gauthier-Villars.

Les caractéristiques de cet ouvrage divisé en quatre tomes ont été signalées dans notre numéro d'août.

Introduction au calcul analogique. Principes et applications, par T.D. TRUITT et A.E. ROGERS. — Un volume, éd. 1964, 6ème édition, 408 pages, 58 F. Paris, Dunod.

HYDRAULIQUE

Turbines hydrauliques et groupes hydro-électriques, par HENRI VARLET. Un volume, éd. 1964, 422 pages, 179 figures, 122.10 F. — Paris, Editions Eyrolles.

Après avoir décrit les divers types de turbines utilisées (Pelton, Francis, Kaplan, Deriaz), l'auteur s'est attaché à exposer aussi clairement que possible l'importante théorie des turbines sem-

blables. Il montre comment les enseignements fructueux tirés de la similitude géométrique doivent être retouchés si l'on veut tenir compte de la similitude dynamique des fluides visqueux. Il n'a pas hésité à reprendre ces questions à leur base : le lecteur pourra, le cas échéant, y trouver un exposé complet qui l'aidera à transposer dans d'autres domaines de l'hydraulique ces théories délicates. Bien entendu, les phénomènes de cavitation d'une importance capitale dans la conception, l'installation et la marche des turbines ont fait l'objet d'une étude très serrée.

HYDROLOGIE

Annuaire hydrologique de la France, année 1960. — Un volume, 272 pages, cartes en couleurs, 55 F. Paris, Société Hydrotechnique de France.

MÉTALLURGIE

La thermochimie en métallurgie, par O. KUBASCHEWSKI et E. EVANO. — Un volume, éd. 1964, 436 pages, 60 F. 44 F. Paris, Gauthier-Villars.

Ce livre est destiné principalement à servir d'ouvrage de référence pour les calculs thermodynamiques qui sont à la base de tout procédé métallurgique. Il contient donc des tables numériques présentant les données indispensables pour ces calculs. De plus, il comporte une introduction théorique et des exemples de calculs, ainsi que la description de méthodes de mesure et d'estimation des grandeurs thermodynamiques importantes en métallurgie.

MÉTHODOLOGIE

Méthodologie, vers une science de l'action, par R. CAUDE et A. MOLES. — Un volume, éd. 1964, 456 pages. Paris, Gauthier-Villars.

"Réduisez donc les programmes et enseignez les méthodes", écrivait Gaston Berger. Il eût sans doute apprécié l'ouvrage que nous devons au groupe d'Etudes Méthodologiques du C.N.O.F., sous la direction de Roland Caude et Abraham Moles. Cet ouvrage met en évidence les diverses "méthodes d'attaque des problèmes". Il offre en somme un tableau des opérations intellectuelles que tout responsable doit connaître et utiliser dans la majorité des situations auxquelles il est confronté.

OPTIQUE

Diffraction, cohérence en optique, par M. FRANCON. — Un volume, éd. 1964, 122 pages, 115 figures, 30 F. Paris, Gauthier-Villars.

Dans les premiers chapitres, les phénomènes sont étudiés par la méthode de l'onde plane. L'influence du défaut de mise au point et des aberrations est traité plus logiquement par la méthode de l'onde sphérique dans le chapitre VII. Le chapitre V, consacré aux notions élémentaires sur la cohérence, est suffisamment développé pour permettre aux futurs ingénieurs comme aux futurs chercheurs d'aborder par la suite des traités complets sur ces questions.

RECHERCHE OPÉRATIONNELLE

Initiation à l'organisation et à la recherche opérationnelle, par YVES MULLER. — Un volume, éd. 1964, 372 pages, 146 figures, 51 tableaux, 68.17 F. — Paris, Editions Eyrolles.

Il s'agit tout d'abord d'une initiation, c'est-à-dire d'un exposé synthétique faisant, avec précision, un large tour d'horizon sur les méthodes actuellement utilisées pour résoudre les principaux problèmes industriels d'organisation.

L'auteur y introduit une notion nouvelle : le domaine d'organisation. Il classe ces "domaines" d'après leur complexité, puis étudie les principaux problèmes qui s'y posent. Passant progressivement des domaines simples aux domaines complexes, il montre comment résoudre les problèmes posés par l'organisation du travail individuel, ou du travail par équipe. Il aborde ensuite les problèmes plus généraux tels que : la programmation linéaire, les phénomènes d'attente, la vie des équipements, la gestion des stocks, les transports. En fin de l'ouvrage, le lecteur trouvera une étude de la décision, théorie appelée à se développer très largement.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE

Advanced Bearing Technology, BISSON, E.E., et ANDERSON, W.J., Washington, Government Printing Office, 1964, 511 p.

Science et Technique du moteur Diesel industriel et de transport. — BRUN, Raymond. — Paris, Société des Editions Technip — Tome I, 371 p.; Tome II, 311 p.; Tome III, 269 p.

MÉTAPHYSIQUE

Technocratie moderne, par GILBERT BEVILLE — Un volume, éd. 1964, 200 pages, 22 F. — Paris, R. Pichon et R. Durand — Auzias.

Extrêmement pratique et puissant, il s'utilise comme unité mobile, fixe ou portative!

Voici l'émetteur-récepteur qui changera votre façon de penser au sujet d'un appareil de service radio général! C'est le "Messenger III", un petit appareil entièrement à transistors qui possède toute une profusion de caractéristiques exclusives. Vraiment silencieux et vraiment puissant, il peut aussi bien servir de poste fixe de base que de poste mobile. Peut également s'utiliser comme appareil portatif à batterie de 5 watts ou comme système amplificateur autonome. Les commandes de volume et antibourdonnement de réglage stable permettent pour la première fois d'émettre et de recevoir sur une courte ou longue distance avec les réglages initiaux. Le récepteur spécial possède une sensibilité excellente et une sélectivité extrêmement précise.

Le modèle ne pèse que 10 livres et possède la puissance d'une unité mobile!

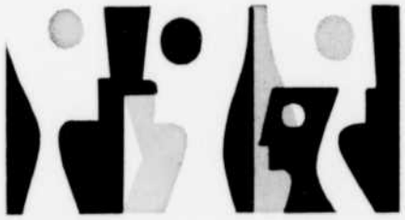
VENEZ AUJOURD'HUI!
Demandez une démonstration!

PAYETTE RADIO LIMITÉE

730 ouest, rue Saint-Jacques

Montréal 3

UN. 6-6681



AGENDA

26-27 octobre — Réunion conjointe annuelle de l'American Institute of Aeronautics & Astronautics et de la Canadian Aeronautics and Space Institute, à Ottawa — Info.: Secrétariat de la CASI, 77 Metcalfe St., Ottawa 4, Ontario.

26-28 octobre — 14ème Conférence de la Division Génie chimique du Chemical Institute of Canada, à Hamilton, Ontario — Info: Secrétariat du C.I.C., 48, rue Rideau, Ottawa 2, Ont.

28-30 octobre — 11ème réunion annuelle sur la science nucléaire organisée par l'Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., à Philadelphie — Info: Secrétariat de l'I.E.E.E., Box A, Lennox Hill Station, New York 21, N.Y.

11-13 novembre — Convention d'automne de l'American Concrete Institute, à Miami, Floride — Info: Secrétariat de la Société, 22400 West, Seven Mile Rd., P.O. Box 4754, Redford Station, Détroit 19, Mich.

16-18 novembre — Conférence sur les machines-outils, organisée par l'I.E.E.E., à Hartford, Connecticut — Info: La Société, Box A, Lennox Hill Station, New York 21, N.Y.

16-19 novembre — 10ème Conférence annuelle sur le magnétisme et les matériaux magnétiques, organisée conjointement par l'Institute of Electrical and Electronics Engineers, l'American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers et l'American Institute of Physics — à Minneapolis, Minnesota. — Info: Secrétariat de l'I.E.E.E., Box A, Lennox Hill Station, New York 21, N.Y.

29 novembre-4 déc. — Réunion annuelle d'hiver de l'American Society of Mechanical Engineers, à New York — Info: The Society, United Engineering Center, 345 East, 47th S.., New York 17, N.Y.

3-5 décembre — 22ème Conférence annuelle sur les fours électriques pour l'acier, organisée par l'A.I.M.E. à Buffalo, N.Y. — Info: Secrétariat de l'AIME, 345 East, 47th St., New York 17, N.Y.

5 décembre — Réunion d'automne de l'American Society for Engineering Education à l'Institut Polytechnique de Brooklyn — Info: Polytechnic Institute of Brooklyn — 333 Jay St., Brooklyn 1, N.Y.

6-9 décembre — 57ème réunion annuelle de l'American Institute of Chemical Engineers, à Boston, Mass. — Info: The Institute, 345 East, 47th St., New York 17, N.Y.

26-31 décembre — 131ème réunion annuelle de l'American Association for the Advancement of Science — à Montréal, à l'Hôtel Reine-Elizabeth — Info: The Associate Administrative Secretary, 1515 Massachusetts Avenue, N.W., Washington 5, D.C.

ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES COMMERCIALES

affiliée à l'Université de Montréal

TROIS ANNÉES D'ÉTUDES

OUVERTURE DES COURS

le deuxième mardi de septembre

DEUX ANNÉES DE FORMATION ÉCONOMIQUE ET COMMERCIALE GÉNÉRALE
UNE ANNÉE DE SPÉCIALISATION

Section générale des affaires — Section d'économie appliquée
Section contrôle — Section de mathématiques appliquées
Section finance —

Demandez notre prospectus

535 ave Viger, Montréal

Désirez-vous

— des SONDAGES bien faits

— des RECOMMANDATIONS TECHNIQUES appropriées et pratiques

— des travaux sous la direction d'INGÉNIEURS et TECHNICIENS SPÉCIALISÉS...

Faites appel à un laboratoire indépendant

TESTS de FONDATION Inc.
FOUNDATION TESTING Inc.

153, Décarie — Montréal 9 — 744-2866

Propositions préparées sur demande

F. R. LABERGE, Ing. P. — V. COSSETTE, Ing. P.
R. TRUDEAU, Ing. P. — E. DAGENAIS, Ing. P.

BEAUCHEMIN - BEATON - LAPOINTE

Ingénieurs-conseils

J.-A. BEAUCHEMIN
W. H. BEATON
H. LAPOINTE
ROGER-O. BEAUCHEMIN
PAUL-T. BEAUCHEMIN

6655, Côte-des-Neiges, Suite 410 **Montréal 25**

Téléphone 731-8521

REgent 3-8264

LEBLANC & MONTPETIT

Ingénieurs-conseils

Spécialistes : PLANS et DEVIS
Electricité, Plomberie, Chauffage, Ventilation
Electrification rurale, Air climatisé.
Egouts et Aqueducs Municipaux

6655, Côte des Neiges (Ch. 470) Montréal, Qué.

Lalonde, Girouard & Letendre

Ingénieurs-conseils

8790, avenue du Parc — Tél. DU. 1-3991
MONTRÉAL, QUÉ.

SURVEYER, NENNIGER & CHÊNEVERT
INGÉNIEURS-CONSEILS

AU SERVICE DE L'INDUSTRIE, DES ADMINISTRATIONS GOUVERNEMENTALES, DU COMMERCE ET DES INSTITUTIONS DEPUIS PLUS DE 50 ANS.

1440 ouest, rue Ste-Catherine Montréal, Qué.
Téléphone 868-1731

Tél. : AV. 8-1246-7

LES INGÉNIEURS ASSOCIÉS LTÉE

Bureau fondé en 1928

LABRECQUE, GAGNON & NEUGEBAUER

Ingénieurs-conseils

10 ouest, rue St-Jacques
MONTRÉAL

ÉTUDE C.-E. GRAVEL

Ingénieurs-Conseils

J.-B. Nobert, Ing. P
Y. Girard, Ing. P.
F. Côté, Ing. P.
A. Lamarre, Ing. P.
G.-P. Lemieux, Ing. P.
E. Bélanger, Ing. P.

TRAVAUX MUNICIPAUX

Spécialités : Usine de filtration, Usine d'épuration Traitement des eaux, Urbanisme

BUREAU :
3717 Boul. Lévesque – MU. 1-1692-3-4
Cité de Chomedey, Québec

Gérard-O. Beaulieu, Ing. P., B. Sc. A.,
Chargé du cours de ponts à Polytechnique.
Marc-R. Trudeau, Ing. P., B. Sc. A.,
Chargé du cours de structures à Polytechnique.

J.-René Lalancette, Ing. P., B. Sc. A.,
Pierre-G. Beaulieu, Ing. P., B. Sc. A.,
Chargé du cours de constructions métalliques à Polytechnique.

BEAULIEU, TRUDEAU & ASSOCIÉS

Ingénieurs-conseils

SPÉCIALISTES EN CHARPENTES
Bâtisses religieuses, civiles et industrielles
Ponts, viaducs, tunnels, réservoirs et piscines

6650, avenue Darlington, Montréal 26 – RE. 7-3628

GOULET, ST-PIERRE, BERTRAND, CHARRON & SAVOIE

INGÉNIEURS-CONSEILS

Génie Municipal, évaluation scientifique
Charpente et fondation,
Traitement d'eau et d'égouts

ARMAND SAINT-PIERRE ET DENIS SAINT-PIERRE

ARPENTEURS-GÉOMÈTRES

11 ave des Châtaigniers, Drummondville-Ouest	GR. 8-0808
82 rue King Ouest, Sherbrooke	LO. 9-7022
117 rue Notre-Dame Est, Victoriaville	752-5989

EDOUARD DESLAURIERS, Ing. Prof.
C. EDOUARD MERCIER, Ing. Prof.

DESLAURIERS & MERCIER

Ingénieurs-conseils

8585, boulevard St-Laurent — Montréal 11
Téléphone 381-9374

LALONDE, VALOIS, LAMARRE, VALOIS & ASSOCIÉS

Ingénieurs-conseils

615, rue Belmont — Montréal 3

DESJARDINS & SAURIOL — *INGÉNIEURS-CONSEILS*

- TRAVAUX PUBLICS
- BÂTIMENTS
- TRAVAUX MUNICIPAUX

400, boul. Labelle, Chomedey — 681-9221

Bureau de Montréal — Téléphone : 514 849-5733
1425, RUE DE LA MONTAGNE

GEO. DEMERS
INGÉNIEUR CONSEIL

Bureau de Québec — Téléphone : 418 681-7324
845, ST-CYRILLE O.

Cartier, Côté, Piette, Boulva, Wermenlinger & Associés

Ingénieurs-conseils

700 ouest, boulevard Crémazie
Montréal 15, P.Q. — 273-6381

MARIE-ALBERT BOURGET, A.G.I.F.

86, Côte de la Montagne — Québec 2

Piette, Audy, Lépinay & Bertrand
INGÉNIEURS-CONSEILS

BUREAU
1134, CHEMIN ST-LOUIS
SILLERY, QUÉ. (6) — TÉL. : 683-3458

ÉLECTRICITÉ - CHAUFFAGE - AIR CLIMATISÉ
RÉFRIGÉRATION - PLOMBERIE

BOUTHILLETTE & PARIZEAU

Ingénieurs-conseils

9825, rue Verville — Montréal — DU. 7-3747

BOURGEOIS & MARTINEAU

Ingénieurs-conseils

STRUCTURE

3365, Ridgewood, Ch. 8, Montréal, P.Q. RE. 9-3125

JEAN F. GAGNON & Associés

INGÉNIEURS-CONSEILS

CHARPENTE
MÉCANIQUE
ÉLECTRICITÉ
TRAVAUX PUBLICS

JEAN HORVATH, Ing. P.
LEO W. MAINVILLE, T.P., T.D., Ing. P.
JACQUES PATENAUDE, B.Sc.A., Ing. P.

1750, RUE ST-DENIS, MONTRÉAL • VI. 9-1127

Collet Frères, Limitée

Entrepreneurs généraux

1978 rue Parthenais,
MONTRÉAL, Qué.

LABORATOIRE DE BÉTON INC.

INSPECTION DES AGRÉGATS — CONTRÔLE DES MÉLANGES
SURVEILLANCE

Sous la direction d'ingénieurs professionnels

3800 est, boul. Métropolitain
Montréal 38

Tél. : 729-6394
(Code régional 514)

Lucien Perrault, Ing. P., B.A., B.Sc. A.
Président

VI. 4-3451

Les Laboratoires Industriels & Commerciaux Ltée

INSPECTION — ESSAIS — ANALYSES

1449, rue Crescent Montréal

RÉGIS TRUDEAU & ASSOCIÉS

INGÉNIEURS-CONSEILS

CHARPENTES ET FONDATIONS
TRAVAUX MUNICIPAUX
3440 EST, RUE ONTARIO, MTL 4 TÉL.: 527-1282

THE SHAWINIGAN ENGINEERING COMPANY LIMITED

Ingénieurs-Conseils

Centrales d'énergie, industries, systèmes de transmission et de distribution électriques, ponts, systèmes de chauffage centraux, traitement d'eau et d'égouts

CIVIL • STRUCTURES • HYDRAULIQUE • MÉCANIQUE
ÉLECTRICITÉ

620 ouest, boul. Dorchester Montréal 2, P.Q.

L'INGÉNIEUR

est destiné à tous les ingénieurs de langue française au Canada. Prière de nous prévenir de vos changements d'adresse en écrivant à :

L'INGÉNIEUR
2500, avenue Marie-Guyard
Montréal 26, P.Q.

INDEX DES ANNONCEURS

Algoma Steel Corp. Ltd., The 35
American Air Filter of Canada Ltd. 22
Ames Crosta Mills (Canada) Ltd. ..... Couv. 3
Anaconda American Brass Ltd. 1

•

Babcock-Wilcox & Goldie-McCulloch Ltd. 25
Beauchemin, Beaton, Lapointe 97
Beaulieu, Trudeau & Associés 97
Bourgeois & Martineau 99
Bourget, Marie-Albert 98
Bouthillette & Parizeau 98

•

Canada Cement Co. Ltd. 10
Canada Iron Foundries Ltd. 19–83
Canada Wire & Cable Co. Ltd. 6
Canadian Allis-Chalmers Ltd. 7
Canadian Blower & Forge Co. Ltd. 23
Canadian Formwork Ltd. 31
Canadian General Electric Co. Ltd. 5
Canadian Johns-Manville Co. Ltd. 8–9
Canadian Kodak Co. Ltd. 79–81
Canadian Locomotive Co. Ltd. 93
Carrier Air Conditioning (Canada) Ltd. 27
Cartier, Côté, Piette, Boulva, Wermenlinger & Associés 98
Caterpillar ..... Couv. 2
Ciments du Saint-Laurent, Les 37
Collet Frères Ltée 99
Crane Canada Ltd. 13

•

Demers, Geo. 98
Desjardins & Sauriol 98
Deslauriers & Mercier 98
Dominion Bridge Co. Ltd. 17
Dominion Engineering Co. Ltd. 4–32

•

Ecole des Hautes Etudes Commerciales 96
Ecole Polytechnique de Montréal 36–94

•

Forano Ltée 30
Foundation Testing Inc. 96
Franki of Canada Ltd. 89

•

Gagnon, Jean F., & Associés 99
Goulet, Saint-Pierre, Bertrand, Charron & Savoie 97
Gravel, C. E. 97

•

Hammond Mfg. Co. Ltd. 33
Hawker Siddeley Diesels & Electrics Ltd. 91
Horton Steel Works Ltd. 24

•

IBM 21
Ingénieurs Associés, Les 97
International Underwater Contractors Ltd. 93

•

Johnson & Johnson Ltée 94

•

KeepRite Products Ltd. 18

•

Laboratoire de Béton Inc. 99
Laboratoires Industriels & Commerciaux Ltée, Les 99
Lalonde, Girouard & Letendre 97
Lalonde, Valois, Lamarre, Valois & Associés 98
Leblanc & Montpetit 97
Lord & Cie 91

•

Montel Inc. 93

•

National Boring & Sounding Inc. 93
Northern Electric Co. Ltd. 12

•

Payette Radio Ltée 95
Piette, Audy, Lépinay & Bertrand 98

•

Railway & Power Engineering Corp. Ltd. 29
Recordak of Canada Ltd. 11

•

Shawinigan Engineering Co. Ltd., The 99
Smith & Loveless Division — Procor Ltd. 87
Standard Electric Time Co. of Canada Ltd. 85
Surveyer, Nenniger & Chênevert 97

•

Trudeau, Régis & Associés 99

•

Volcano Ltée ..... Couv. 4

•

Woodward Governor Company 20

AMES CROSTA MILLS (CANADA) LIMITED

MANUFACTURIER D'ÉQUIPEMENT POUR TRAITEMENT DES EAUX USÉES

1454, rue de la Montagne
Montréal VI. 4-1169

90 Eglinton Avenue E.
Toronto HU. 1-7288

POUR DES RIVIÈRES PLUS PURES

(Membre du groupe des Compagnies Woodall-Duckham)

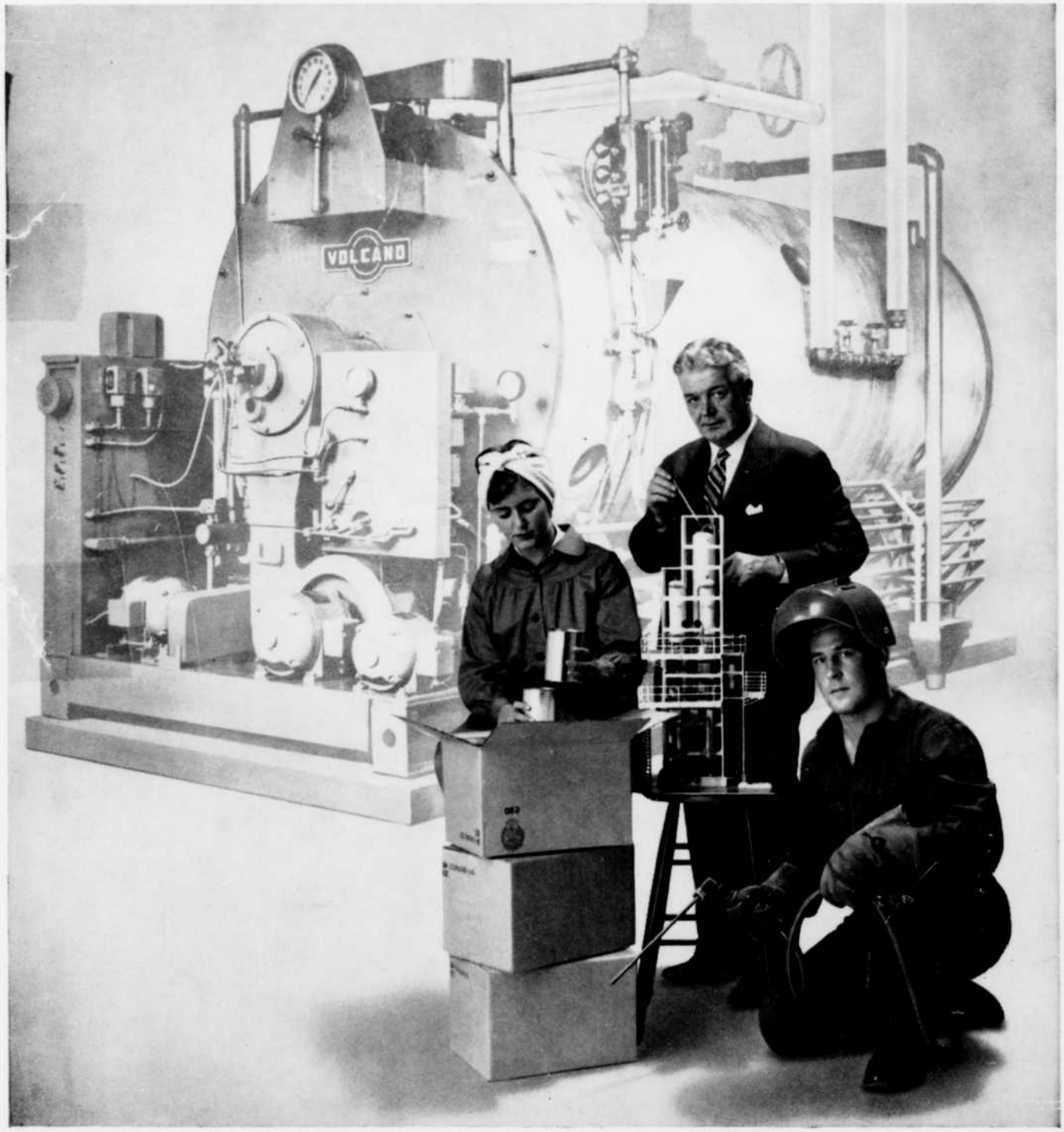
L'expérience de la maison Volcano est la garantie de satisfaction qu'on recherche quand vient le temps de choisir des appareils de chauffage automatiques. Le rendement des chaudières Volcano installées dans des usines et immeubles de tous genres résulte, de fait, de la supériorité acquise par cette compagnie au cours d'au-delà d'un siècle, dans ce domaine hautement spécialisé. Au moment de la livraison, l'appareil est complet, prêt à être raccordé. Des techniques perfectionnées assurent un rendement sûr, efficace et économique, année après année. Vous pouvez en outre faire appel à nos spécialistes pour l'étude de tous vos besoins en chauffage. Communiquez avec le distributeur Volcano de votre localité. Les CHAUDIÈRES AUTOMATIQUES "STARFIRE" — appareils de 5 à 500 c.v., à l'huile, au gaz ou combinés.

D'UN OCÉAN À L'AUTRE
VOLCANO
SERT L'INDUSTRIE

LES CHAUDIÈRES AUTOMATIQUES UTILISÉES PARTOUT AU CANADA

VOLCANO LIMITÉE • 8635, boulevard St-Laurent, Montréal, P.Q. • Usines : St-Hyacinthe, P.Q. • Succursales : Toronto, Québec.

REPRÉSENTANTS DANS LES VILLES PRINCIPALES



VOICI UNE LISTE PARTIELLE DES ENTREPRISES QUI ONT CHOISI DES CHAUDIÈRES VOLCANO POUR LEURS USINES : ANSCO — ALCAN — CANADA DRY — CANADAIR — CHRYSLER — CNR — CPR — COCA-COLA — CONSUMERS GAS — FIRESTONE TIRE & RUBBER — FORD — FOUNDATION COMPANY — GATTUSO — GENERAL ELECTRIC — GENERAL MOTORS — IRON ORE COMPANY — IRVING OIL — JOHNS-MANVILLE — KELLOGG — McCOLL-FRONTENAC — PARKE-DAVIS — RCA — SHAWINIGAN ENGINEERING — SINGER — SYLVANIA — WESTINGHOUSE.